

B.I.G.

93284

INSTITUTUL GEOLOGIC  
STUDII TEHNICE ȘI ECONOMICE

SERIA D

*Prospecțiuni geofizice*

Nr. 9

STUDII ȘI CERCETĂRI  
DE GEOFIZICĂ APLICATĂ



BUCUREŞTI  
1972



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

INSTITUTUL GEOLOGIC  
STUDII TEHNICE ȘI GEOFIZICE

---

SERIA D

*Prospecțiuni geofizice*

Nr. 9

---

STUDII ȘI CERCETĂRI  
DE GEOFIZICĂ APLICATĂ



BUCUREŞTI  
1972



Institutul Geologic al României

## CONTENU

	<u>Page</u>
E. Ali-Mehmed, M. Visarion, D. Taloș. Bord occidental de la plate-forme moldave envisagé à la lumière des données géophysique actuelle . . . . .	7
R. Velcescu, G. Teulea. Expérimentation d'une méthode de prospection des minéraux lourds de la zone du Delta du Danube et de la zone littorale de la Mer Noire . . . . .	25
S. Spânoche, Eleonora Spânoche. Le soubassement cristallin des bassins post-tectoniques qui longent les cours supérieurs de l'Olt et du Mureș prospécté au moyen de la méthode sismique de réfraction . . . . .	33
S. Spânoche, P. Constantinescu, P. Cristea. Considération sur les ondes enregistrées au moyen de la séismique de haute fréquence dans la zone à bauxite d'Ohaba-Ponor et sur la distribution des vitesses . . . . .	41
I. Cîndea. Étude concernant la réalisation d'un laboratoire sismique avec six chaîne pour la prospection des couches de faible profondeur . . . . .	57
M. Visarion. Anomalies gravimétriques déterminées par des structures à sel gemme de Transylvanie . . . . .	67
St. Airinei, Georgeta Velcescu. Contribution à la méthode d'appliquer la réduction de la variation diurne dans la prospection magnétométrique . . . . .	89
Cr. Mihail, M. Simionescu. Recherches aux moyen de la méthode de la polarisation induite dans la zone d'Altin Tepe . . . . .	105
Cr. Mihail. Prospections électriques en vue de déceler des eaux thermales dans le bassin pannonicen (zone d'Oradea) . . . . .	119
F.I. Scurtu. Aspects hydro-géotechniques de la zone du massif salifère d'Ocna Sibiului, révélés par les recherches électrométriques . . . . .	141
E. Gohn, Elisabeta Brătășanu. Méthode radiométrique d'analyse sélective pour déterminer les microconcentrations en : U, Ra, Th et K des roches . . . . .	157
E. Gohn, Elisabeta Brătășanu, Clarisa Papacosteia, Maria Năstase. Radioactivité des sables littoraux de la zone de Sf. Gheorghe-Delta en comparaison avec les résultats minéralogiques et chimiques . . . . .	167
I. Isvoranu. Radiomètre compteur portable . . . . .	175
Elisabeta Brătășanu, E. Gohn, I. Isvoranu. Note sur une anomalie radiométrique dépistée en l'Avant-Delta du Danube . . . . .	181
Compte-rendu . . . . .	
St. Pătruț. Considérations sur les paramètres qui déterminent la précision du sondage séismique . . . . .	187



## CUPRINS

	<u>Pag.</u>
E. Ali-Mehmed, M. Visarion, D. Taloș. Marginea vestică a Platformei moldovenești în lumina datelor geofizice actuale . . . . .	7
R. Velcescu, G. Teulea. Experimentarea unei metode de prospectare a mineralelor grele din zona deltei Dunării și zona litorală a Mării Negre . . . . .	25
S. Spănoche, Eleonora Spănoche. Fundamentul cristalin al bazinelor post-tectonice din văile superioare ale Oltului și Mureșului, prospectat cu metoda seismică de refracție . . . . .	33
S. Spănoche, P. Constantinescu, P. Cristea. Considerații asupra undelor înregistrate prin scismica de înaltă frecvență în zona cu bauxită de la Ohaba-Ponor și asupra distribuției de viteze . . . . .	41
I. Cîndea. Studii privind realizarea unci statii scismice cu șase canale pentru prospectarea adincimilor mici . . . . .	57
M. Visarion. Reflectarea în anomalii gravimetrice a formelor structurale cu sare din depresiunea Transilvaniei . . . . .	67
St. Airinei, Georgea Velcescu. Contribuții la metodica de aplicare a reducerii de variație diurnă în prospecțiunea magnetometrică	89
Cr. Mihail, M. Simionescu. Cercetări prin metoda polarizației provocate în zona Altin-Tepe . . . . .	105
Cr. Mihail. Prospecțiuni electrometrice pentru ape termale în bazinul Panonic, zona Oradea . . . . .	119
F1. Scurtu. Aspecte hidro-geoteknice ale zonei masivului de sare de la Ocna Sibiului, relevante de cercetarea electromagnetică . . . . .	141
E. Gohn, Elisabeta Brătășanu. Metodă radiometrică de analiză selectivă pentru determinarea microconcentrațiilor de U, Ra, Th și K din roci . . . . .	157
E. Gohn, Elisabeta Brătășanu, Clarisa Papacoste, Maria Năstase. Radioactivitatea nisipurilor litorale din zona Sf. Gheorghe-deltă, în comparație cu rezultatele mineralogice și chimice	167
I. Isvoranu. Radiometru numărător portabil . . . . .	175
Elisabeta Brătășanu, E. Gohn, I. Isvoranu. Notă asupra unei anomalii radiometrice în zona acvatorială din fața grindului Sărăturile . . . . .	181
<b>Referat</b>	
St. Pătruț. Considerații asupra factorilor care determină precizia seismosondajului . . . . .	187



Institutul Geologic al României

# MARGINEA VESTICĂ A PLATFORMEI MOLDOVENEŞTI ÎN LUMINA DATELOR GEOFIZICE ACTUALE<sup>1</sup>

DE

ERDUGAN ALI-MEHMED, MARIUS VISARION, DUMITRU TALOŞ<sup>2</sup>

## Abstract

The Western Border of the Moldavian Platform in the Light of Last Geophysical Data. The joining together of gravity, aeromagnetic and seismic data in the framework of a unitary system, and the turning to account the results of regional geological works yielded new data concerning the structure and petrographic constitution of the basement, as well as the relationships between the outer units of the East Carpathians, the peripheral depression and the foreland. On the basis of aeromagnetic data the basement sectors with differentiated petrographic compositions have been minutely established, thus completing the valuable results obtained by previous studies. Although the gravimetric data do not provide information on the basement constitution, they, however, allowed the area of regional fractures from the basement to be determined, and some major tectonic cover lines (Pericarpathian Line, outer line, etc.), as well as some disjunctive accidents to be individualized. The Autochthonous role played by the border of the Moldavian Platform as against the outer units of the East Carpathians, has been established by seismic researches. In the opinion of the authors, the westward extension of the platform under the overthrust of the Carpathian sheets may exceed 15 km in North Moldova ; this interpretation has interesting practical implications.

## INTRODUCERE

Cercetări geofizice executate pe suprafețe limitate, în scopuri științifice și practic-aplicative, între frontiera de N a R. S. România și valea Trotușului, au semnalat existența unor raporturi de încălcare între for-

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 11 februarie 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.



mațiunile de fliș și de molasă, intens cutate și cuvertura cvasi-orizontală a platformei moldovenești (Visarion, 1961; Botezatu et al., 1965; Dicea, Ali-Mehmed et al., 1966). Această imagine structurală, contestată pînă în trecutul apropiat de unii cercetători, a fost confirmată integral de datele noi furnizate de forajul adînc, care au arătat că raporturile de încălecare se realizează de-a lungul liniei pericarpatiche.

Odată precizat, rolul de autohton al marginii de W a platformei moldovenești, pentru formațiunile unității pericarpatiche și flișului extern, s-a pus problema stabilirii anvergurii încălecării și implicit, a extinderii platformei către W, în zona de dezvoltare la suprafață a depozitelor miocene și paleogene cutate. La elucidarea acestei probleme, contribuie și cercetările geofizice, ale căror rezultate trebuie însă, interpretate cu deosebită prudență și în acord cu datele furnizate de forajul adînc.

Asamblarea, într-o concepție unitară, a datelor geofizice, obținute, ca urmare a numeroaselor prospecțiuni de detaliu executate în regiunea studiată, a permis realizarea unor hărți de sinteză, care oferă posibilitatea valorificării rezultatelor acestor prospecțiuni pe plan geologic. Autorii prezentei lucrări își propun să scoată în evidență informațiile pe care le oferă studiul combinat al rezultatelor cercetărilor gravimetrice, magnetice și seismometrice, în descifrarea raporturilor dintre unitățile externe ale Carpaților Orientali, depresiunea periferică și vorland. Regiunea prezintă un deosebit interes științific, deoarece aici orogenul alpin e în contact direct cu platforma moldovenească, ultimul tronson al platformei est-europene, de vîrstă epiproterozoică. Acest caracter, unic în Europa, are o semnificație deosebită, deoarece, în lumina ultimelor date geofizice și de foraj, el presupune nu numai raporturi de adiacență în plan, dar și de suprapunere tectonică directă, a formațiunilor de geco-sinclinal și de avanfosă, peste cuvertura vorlandului în regimul de platformă din Moldova centrală și de nord (Lăzărescu, 1968).

Lucrarea reprezintă continuarea activității de valorificare a rezultatelor cercetărilor geofizice, pentru mărirea gradului de cunoaștere a structurii geologice adînci a teritoriului R. S. România, activitate începută cu studii de sinteză ale altor cercetători (Gavăt et al., 1963; Botezatu et al., 1965; Airinei et al., 1966; Dicea et al., 1966).

## EVOLOUȚIA CONCEPȚIILOR GEOLOGICE ASUPRA CARPAȚILOR ORIENTALI ȘI ASUPRA RELAȚIILOR LOR CU VORLANDUL

Din punct de vedere stratigrafic, Carpații Orientali se caracterizează prin dezvoltarea, aproape în întregime, a depozitelor cretacice și paleogene în faciesul de fliș și a depozitelor miocene în faciesul de molasă. Tectonic, la nivelul formațiunilor cristaline din unitatea centrală, se presupune că a existat o regenerare alpină de o amploare încă în studiu. Cuvertura sedimentară prezintă o structură geologică extrem de complicată, în care predomină stilul tectonic în pînze de șariaj cu vîrgență spre exterior, indicat atât de cartarea geologică cât și de informațiile de foraj.

Pe parcursul dezvoltării studiilor privind stratigrafia depozitelor sedimentare, s-au elaborat concepții diferite asupra edificiului tectonic al Carpaților Orientali și a raporturilor acestora cu vorlandul. În prima decadă a secolului nostru, s-au elaborat o serie de scheme tectonice, care admiteau existența unor structuri cutate autohtone. Sub influența rezultatelor cercetărilor, care au condus la punerea în evidență a pînzei getice (Murgoci, 1905) și a structurii în pînză de șariaj a Carpaților nordici, (Uhlig, 1907), se elaborează concepția în pînză a Carpaților Orientali (Mrázec, Voitești, 1914). Această concepție a avut la bază două idei originale și anume, migrarea zonelor de sedimentare ale geosinclinalului carpatic de la interior spre exterior și acțiunea de subîmpingere a platformei din vorland, în formarea pînzelor. Alți cercetători remarcabili ai stratigrafiei flișului, pledează în aceeași perioadă de timp în favoarea unei structuri normale în cufe, separate de linii tectonice ezitante sau de încălecare scurtă (Macovei, 1927; Preeda, 1917 etc.). După anul 1930, ideea structurii în pînză de șariaj este acceptată, treptat, de toți cercetătorii flișului, care aduc completări teoretice asupra genezei șariajelor și detaliere asupra conținutului stratigrafic și delimitării unităților și subunităților tectonice majore.

Relațiile unităților externe ale Carpaților Orientali cu vorlandul au rămas multă vreme neprecizate, datorită insuficienței informațiilor furnizate de un număr limitat de foraje și dificultăților întâmpinate de cartarea geologică. Băncilă (1958) într-o lucrare de sinteză, privind alcătuirea geologică a Carpaților Orientali, ajunge la concluzia că, între unitatea pericarpatică și vorland există raporturi de natură tectonică în lungul unei linii, care ar reprezenta continuarea liniei Stebnic pe teritoriul țării noastre.

Ultimul deceniu, caracterizat printr-o activitate geologică intensă de cartare și de foraj, a clarificat această problemă controversată. Infor-



mațiile noi, oferite de forajul adinc, au confirmat existența liniei pericarpatică, de-a lungul căreia, după un plan de ruptură cu o înclinare variabilă spre vest, formațiunile unității pericarpatică încalcă peste formațiunile sarmațiene inferioare și medii din cuvertura platformei moldovenești (Băncilă, Hristescu, 1963). Lucrările recente confirmă ipoteza emisă de Mrazec și Popescu-Voitești despre existența pînzei carpatică, dar într-o formă nouă, ea avînd caracterul unei pînze dedezlipire.

Rezolvarea problemei extinderii spre W a formațiunilor platformei moldovenești, sub șariajul pîzelor carpatică, revine cercetării geofizice și forajului adinc.

#### REZULTATE GEOFIZICE SEMNIFICATIVE

Rezultatele multiple și variate, obținute în regiunea studiată, arată că, cercetările geofizice pot aduce informații de la diverse niveluri, începînd cu structurile de la suprafață și pînă la fundament, informații diferențiate în funcție de capacitatea rezolutivă a metodei folosite. În cele ce urmează vor fi analizate numai cîteva din aceste rezultate, considerate semnificative pentru precizarea raporturilor structurale majore între unitățile și subunitățile tectonice prezente în regiunea studiată.

#### Cercetări gravimetricice

Anomalia gravitației se caracterizează printr-un aspect puternic perturbat, care reflectă efectul cumulat al unor surse cu dimensiuni variabile, plasate la diferite adîncimi.

Cîmpul anomal al gravitației prezintă o scădere regională a valorilor de la E către W, care păstrează aceleași caractere generale, începînd de la rîul Siret, pînă la o linie de minim-minimorum situată pe direcția localităților Cimpulung, Bicaz, Comănești și care concretizează trecerea de la regimul gravimetric platformic, la regimul depresiunii periferice a platformei și apoi, la cel al depresiunii precarpatică. La S de Bacău, izoliniile suferă o importantă schimbare de direcție, orientîndu-se E-W. Scăderea generală a valorilor gravitației către SSW și apoi către S, marchează trecerea de la regimul gravimetric de platformă la regimul caracteristic depresiunii Bîrladului.

Diminuarea valorilor gravitației către W și S nu se face în regim uniform. În unele sectoare, apar îndesiri importante ale izoliniilor, cu



gradienți orizontali mari, care reflectă existența unor trepte de cedare ale fundamentului platformei către depresiunile adiacente (pl. I).

Pe fondul regional descris, reprezentând tendința principală a cîmpului gravitației, se grefează o serie de anomalii de maxim și de minim, care după morfologia și extinderea lor în suprafață, pot fi considerate fie componente secundare ale tendinței, fie componente locale, în funcție de adîncimea și dimensiunile surselor perturbante. Dintre acestea se menționează aliniamentele conjugate de maxim și minim, care urmăresc, pe toată lungimea ei, linia pericarpatică și pe alocuri, linia externă și linia medio-marginală a flișului, constituind forma de reflectare în anomalia gravitației, a unor contacte anormale, în condițiile afundării spre W a fundamentului platformic.

Harta gravimetrică semnalează de asemenea, o serie de cordoane de gradient, schimbări majore de direcție a izolinilor sau inflexiuni ale acestora, care toate manifestă tendința de orientare preferențială de-a lungul unor aliniamente dirijate aproximativ transversal direcției structurilor principale.

În cele de mai sus, au fost schițate numai principalele elemente sugerate de variațiile cîmpului gravitației. De fapt, harta gravimetrică este împînzită de numeroase anomalii locale, determinate de elemente structurale sau variații litofaciale ale formațiunilor de la suprafață sau din imediata ei vecinătate care nu fac însă obiectul acestei lucrări.

### Cercetări aeromagnetice

Regiunea studiată a fost recent prospectată aeromagnetic, rezultatele obținute contribuind la precizarea surselor anomale adînci, cu sediu în fundiment<sup>3, 4</sup>.

În ansamblu, ținînd seama de morfologia anomalilor, distribuția lor geografică și orientarea pe anumite direcții preferențiale, a izolinilor, au putut fi separate patru regimuri distincte (pl. I).

Regimul estic se caracterizează prin anomalii intense, care se înșiră pe aliniamente cu dezvoltare regională în Moldova. La E de Siret se individualizează o largă anomalie regională de maxim, care acoperă

<sup>3</sup> Tr. Cristescu, Al. Ștefănciuc. Prospecțiuni aeromagnetice în Depresiunea panonică, M. Apuseni, Carpații Orientali, Cîmpia română și Dobrogea de sud. 1966. Arh. M.M.P.G. București.

<sup>4</sup> Tr. Cristescu, Al. Ștefănciuc. Prospecțiuni aeromagnetice în Cîmpia română, Carpații Orientali, Bazinul panonic și Platforma moldovenească. 1967. Arh. I.G.P. București.



o bună parte din Moldova centrală, între Borzești, Tg. Frumos, Gurbănești și Iași. În cuprinsul ei se disting o serie de anomalii locale, care se grupează de-a lungul unor aliniamente de maxim și de minim, urmărite pe distanțe de ordinul zecilor de km.

Spre W se dezvoltă o anomalie regională de minim cu axa paralelă și în imediata vecinătate a râului Siret. Pe acest fond anomal se suprapune o serie de anomalii locale, îndeosebi pe flancul estic și în zonă mediană a minimului regional. În raport cu regimul estic apar deosebiri marcante, în sensul că, numărul anomaliei locale este mai redus, intensitatea lor mai mică și nu se remarcă o dispoziție a acesteia pe anumite direcții preferențiale.

Regimul vestic este dominat de o largă anomalie regională de maxim cu axa dirijată pe direcția Brodina-Bicaz. Descoperită prin cercetări magnetice anterioare executate la paralela Ceahlăului (Visarion, 1960), ea a fost urmărită prin cercetări aeromagnetice între valea Nechitului și frontieră de N a R. S. România.

Regimul sudic este caracterizat printr-o serie de aliniamente anomale, care nu păstrează direcțiile orogenului nord-dobrogean. Morfologia și intensitatea anomaliei cartate nefiind caracteristice nici pentru regiunea platformei cu fundament ridicat, autorii au considerat indicat să se separe, ca un sector distinct, aria cuprinsă între paralelele localităților Vaslui și Adjud.

### Cercetări seismometrice

Rezultatele cercetărilor seismometrice se referă numai la căveratura sedimentară a platformei moldovenești, însă sunt deosebit de valo-roase prin informațiile de ordin cantitativ pe care le aduc.

Existența unui orizont caracteristic, generat de anhidritul din baza Tortonianului, a permis folosirea cu succes a procedeului corelației continue a undelor reflectate. În ansamblu, se remarcă o coborîre progresivă a orizontului caracteristic, spre W și SW, însotită de creșterea numărului orizonturilor reflectatoare, datorită îngrosării căverturii prin adăugarea de noi termeni stratigrafici. În același timp, urmărirea orizontului caracteristic a dus la identificarea liniilor de fractură din căveratura sedimentară, precum și a săriturii faliilor la nivelul anhidritului tortonian. Informațiile asupra dispoziției spațiale a formațiunilor pretortoniene sunt limitate la un număr redus de orizonturi reflectatoare, sugerînd comportarea ca ecran a anhidritului tortonian. Este interesant faptul că atât



formațiunile superioare orizontului caracteristic cît și cele inferioare se dispun concordant.

Continuitatea formațiunilor de platformă în zonele de dezvoltare la suprafață a unității pericarpaticice și a unităților externe ale flișului, a fost stabilită prin cercetări seismometrice de reflexie, în varianta seismosondajului spațial de masă. Pe secțiunile S.S.M. (pl. III) se disting două regimuri cu caracter structurale diferențiate și anume :

a) Un regim de adâncime, cu înclinări mici ale elementelor reflectatoare ( $0-15^\circ$ ), în care se încadrează și nivelul cu elemente caracteristice, urmărit pe distanțe variabile, de  $3-10$  km, la W de linia pericarpatică ;

b) Un regim superior, caracterizat prin înclinări mari ale elementelor reflectatoare ( $45-90^\circ$ ), care se dezvoltă, în general, pînă la adâncimi de circa  $3000$  m și este reprezentativ pentru formațiunile de fliș și de molasă intens cutate.

Prin interpretarea statistică a datelor obținute din seismosondaje spațiale de masă, realizată în acord cu informațiile furnizate de cartarea geologică și de sondele care au interceptat cuvertura platformei sub formațiunile flișului și molasei miocene, s-au putut stabili unele criterii pentru separarea regimurilor cu înclinări diferențiate din secțiunile seismice și implicit, pentru precizarea semnificației geologice a acestora.

Interpretarea într-o concepție unitară a rezultatelor cercetărilor seismometrice a condus la realizarea unei tentative de schiță structurală, care indică extinderea formațiunilor din cuvertura platformei spre W, în zona acoperită de pînzele carpaticice (pl. II). Pe această schiță s-au reprezentat principalele linii de fractură longitudinală, care determină afundarea platformei, liniile de fractură transversale produse probabil de încălcarea diferențiată a marginii vestice a platformei de către formațiunile în pinză, precum și izobatele prezumtive la suprafață formațiunilor din cuvertura platformei, în zona de dezvoltare la zi a flișului și Miocenului pericarpatic.

Erorile apreciabile care intervin în înregistrarea și prelucrarea datelor oferite de seismosondajele spațiale de masă, precum și rețea rara a secțiunilor seismice, determinată de morfologia complicată a regiunilor carpaticice, conferă rezultatelor un caracter semicantitativ.

#### INFORMAȚII CU PRIVIRE LA CONSTITUȚIA PETROGRAFICĂ ȘI STRUCTURA FUNDAMENTULUI

Informații prețioase asupra constituției petrografice a fundației platformei moldovenești și depresiunii precarpaticice aduc cercetă-



rile magnetometrice (Gavăt et al., 1963). Imaginea mai clară oferită de anomalia aeromagnetică<sup>5</sup> permite o reconsiderare a unora din rezultatele obținute pe plan geologic regional.

Anomaliiile magnetice regionale  $\Delta T_a$ , diferențiate prin intensități medii de fond, morfologie și orientare preferențială a izoliniilor, separă sectoare de fundament caracterizate prin compozitie petrografică diferită (pl. I).

Pe aria platformei moldovenești cu fundament proterozoic, cunoscut din cîteva foraje, se individualizează două anomalii regionale, una de minim și alta de maxim, separate de o linie care trece prin Darabani, Drăgușeni și E. Săträreni (A-A'). Anomalia regională de minim este fragmentată de numeroase anomalii cu caracter local, orientate pe direcția NW-SE. Înind seama de prezența unor coruri granitice în masivul ucrainian (zona Jitomir) din care unele relativ apropiate de țara noastră (granitul de Cosăuți), această configurație poate fi pusă în legătură cu prezența unor apofize sau a altor coruri periferice granitelor, în asociere cu variații petrografice din însăși masa șisturilor cristaline (amfibolite, piroxenite etc.).

La W, se dezvoltă anomalia regională de maxim menționată, care manifestă o tendință de lărgire continuă spre S. Aria acoperită de această anomalie corespunde în adîncime extremității de SW a cristalinului din soclul proterozoic al platformei ruse, reprezentat în principal prin paragneise parțial diaftorizate. Caracterul lor activ magnetic a fost demonstrat de cercetările care au urmărit determinarea profilului de variație a susceptibilității magnetice în forajul de la Todireni (Costa - Foru et al., 1961). Examind direcțiile anomaliiilor locale, grefate pe fondul regional descris, se remarcă individualizarea unui puternic aliniament de anomalii de maxim, pe direcția Borzești-Băcești. Intensitatea și linearitatea lor marcantă sugerează o direcție de intruziuni vechi acide, care au cicatrizat zone de fracturi periferice ale platformei epicareliene.

Axată pe rîul Siret și cu o tendință de îngustare spre S, se reliefă o arie de minim, cu extindere regională. Aspectul relativ calm al fondului anomal regional indică trecerea la un alt regim geologic-structural de fundament, separat de precedentul printr-o linie convențională jalonată de localitățile Ibănești, Hîrlău și Roman (B-B'). Dacă ținem seama de caracterul plat al anomaliei și de morfologia ei asemănătoare cu cea a anomaliei din Dobrogea centrală, este posibil ca această arie să corespundă unui fundament de tipul șisturilor verzi, de vîrstă pro-

<sup>5</sup> Op. cit., pct. 4.

terozoică nouă, eventual cambriană. În sprijinul acestei ipoteze pledează prezența conglomeratelor miocene de Pleșu și de Pietricica pe marginea ei de W, care prin frecvența elementelor verzi și a morfologiei subangulare atestă o sursă apropiată. Pe de altă parte, la scară regională mai largă, trebuie semnalată tendința de deschidere la N de țara noastră a depresiunii Lvovului, cu formațiuni paleozoice sedimentare, mai noi decât cele siluriene.

În cadrul anomaliei regionale se constată o compartimentare, delimitată de un cordon de gradient E—W, care se situează la N de Suceava. Asocierea acestei fracturi de fundament cu un intens maxim local, arată posibilitatea ca fundimentul de șisturi verzi să fi fost străpuns pe alocuri de corpuri eruptive, cu proprietăți magnetice accentuate.

Limita vestică a fundimentului de șisturi verzi este situată probabil pe direcția localităților Vama, Gîrcina și Ardeoani (C—C'). Spre W se individualizează o altă anomaliă regională de maxim, cu orientarea NNW—SSE, dispusă slab diagonal față de direcția flișului cretacic și paleogen. Dacă avem în vedere acest fapt, precum și absența perturbațiilor locale, este de presupus că sursa anomală este adâncă și se situează la nivelul fundimentului depozitelor de fliș și de molasă. Este interesant de remarcat că zona axială a anomaliei  $\Delta T_a$  se suprapune, în limitele unor mici decalaje, cu minimul gravimetric regional de pe aria depresiunii tectonice a flișului Carpaților Orientali. Acest minim, după cum a fost demonstrat, are și o cauză profundă, materializată de o rădăcină sialică, de obicei inactivă magnetic (Visarion, 1960).

Încercarea de a da o interpretare acceptabilă anomaliei regionale de maxim  $\Delta T_a$  are la bază următoarele elemente :

a) După datele seismometrice și de foraj, cuvertura platformei și implicit fundimentul ei, se extinde spre W cel puțin pînă la linia E Brodina-Vama-Găinești-Gîrcina ;

b) În componența soclului de platformă din Moldova intră corpuri granitice magnetizate ;

c) La N de valea Bistriței se remarcă un grad accentuat de tectonizare a formațiunilor în pînză, ceea ce implică probabil și o solicitare tectonică mai intensă a fundimentului. În acest sens s-a emis ipoteza unei subîmpingeri active a platformei în procesul de structogeneză a pîzelor (Stille, 1953). În cadrul acestui proces, fruntea soclului de platformă, cedînd sub masa depozitelor geosinclinalului alpin, a putut atinge oglinda de topire și a generat topituri migmatice, responsabile în ansamblu pentru vulcanismul intens din spatele Carpaților Orientali.



Pornind de la aceste considerații se poate presupune că, rădăcina sialică ce determină parțial minimul gravimetric regional are o compoziție petrografică cu caracter particulare, care i-au permis și o reflecțare în anomalia  $\Delta T_a$ . Prezența unor granitice vechi magnetizate, care ar constitui o mare parte din masa rădăcinii sialice a Carpaților Orientali la N de valea Bistriței, ridică însă problema posibilității recăpătării proprietăților magnetice după un proces atât de complicat, desfășurat peste punctul Curie. Caracterul anomaliei, prin unitatea și extinderea ei ne obligă însă să luă în considerație o sursă cu proprietăți magnetice omogenizate, de mare amplitudine spațială care prin poziția și asocierea ei cu minimul gravimetric regional nu poate fi interpretată decât printr-un corp de dimensiunea unei rădăcini orogenice. Pentru această interpretare pledează și tendința de închidere a anomaliei într-un stil și la o scară care simulează pe cea a ariei de extindere a zonei cristalino-mezozoice.

Spre S, se constată o schimbare evidentă de regim magnetic, care caracterizează sectorul cuprins între aliniamentul Secueni—N Vaslui (D—D') și paralela orașului Adjud. În această zonă se individualizează anomalii locale mai largi, fără o orientare preferențială, care se diferențiază de cimpul magnetic anomal corespunzător Dobrogei de nord. Fără a intra în detalii, asupra petrografiei fundamentului, trebuie să semnalăm posibilitatea extinderii în zona menționată a unei porțiuni extreme de W a platformei scitice, separată pe marginea meridională a platformei est-europene, ca un sector cu regim în general cratonizat, însă de vîrstă mai tînără, ce a conservat o oarecare mobilitate tectonică. Contactul cu sectorul orogenului nord-dobrogean corespunde aproximativ cu prelungirea estică a liniei Trotușului (F—F'). Caracterul netranchant al acestui contact, indicat de alura cimpului magnetic anomal, sugerează posibilitatea unei comunități structurale a platformei scitice cu zona periferică a Dobrogei de nord.

O problemă, care a stat în atenția autorilor, a fost de a stabili capacitatea rezolutivă a metodei gravimetrice pentru delimitarea sectoarelor de fundamente cu constituții petrografice diferite. Din datele de care dispunem în regiunile adiacente, în care fundamentele aflorează sau au fost interceptate de foraje, rezultă că între diversele sectoare de fundamente nu se realizează contraste importante de densitate, acestea fiind alcătuite din formațiuni, ale căror densități sunt cuprinse în același domeniu de variație de 2,70—2,80 g/cm<sup>3</sup>. Din studiul materialului existent a reieșit că anomalia regională a gravitației este produsă de două contraste majore de masă și anume, între fundamente și un etaj inferior,

în care sunt incluse de cele mai multe ori formațiuni preterțiare și între acest etaj și un etaj superior, care cuprinde în principal formațiuni terțiare. În concepția adoptată, termenii de etaj inferior și de etaj superior au o semnificație strict gravimetrică, permîșind tratarea unitară a anomaliei cîmpului gravitației, fapt de altfel remarcat într-o lucrare anterioară sub o variantă simplificată (Botezatu et al., 1965). Conform acestor considerații rezultă că cercetarea gravimetrică nu poate furniza date sigure referitoare la juncțiunea dintre diversele sectoare de fundament deși, aduce contribuții valoroase pe plan structural regional.

În deosebi, cercetarea gravimetrică conduce la informații prețioase privind modul în care se realizează trecerea de la platforma moldovenească la depresiunile adiacente, prin precizarea cîmpului de fracturi regionale. În sectoarele de trecere, apar imagini caracteristice ale cîmpului gravitației, care atestă căderea în trepte a fundamentului platformic. Principalele linii de cedare ale fundamentului platformic sunt indicate în planșa I (Gavăt et al., 1963; Botezatu et al., 1965). Dacă avem în vedere posibilitatea ca în zonele de trecere să se realizeze eflări ale unor formațiuni de cuvertură și variații de litofacies, precizarea acestor accidente de fundament poate căpăta un interes deosebit și pe plan practic-aplicativ.

#### INFORMAȚII CU PRIVIRE LA STRUCTURA FORMAȚIUNILOR DIN CUVERTURA PLATFORMEI MOLDOVENEȘTI

Datele gravimetrice și seismometrice, completate cu informațiile furnizate de forajul adînc, au arătat că trecerea de la platforma moldovenească la depresiunea precarpatică, nu se face brusc, ci printr-o zonă intermediară, reprezentată de versantul înclinat al platformei către depresiunea adiacentă, versant afectat de numeroase accidente rupturale.

Hărțile structurale seismice, întocmite la nivelul orizontului caracteristic din tortonian, pun în evidență o creștere progresivă a înclinării formațiunilor din cuvertura platformei spre W și SW, mai accentuată în zonele de trecere spre depresiunea precarpatică. Îngroșarea formațiunilor de cuvertură este amplificată de o rețea strânsă de falii longitudinale și transversale, cu sărituri de la cîțiva zeci de metri pînă la peste 400 m, ajungînd pe alocuri chiar la 800 m (pl. II). Dintre aceste falii, menționăm ca interesante prin extinderea lor regională pe direcția NNW—SSE, falia Pătrăuți-Liteni (I), falia Rădăuți-Suceava-Pașcani (II),

falia Bogdănești-Plăeșu-N. Buhuși (III) și falia Vicov-Tg. Neamț-Girov-Bacău (IV).

Falia IV, cu sărituri de peste 100 m, are o importanță deosebită atât prin poziția ei, apropiată de cea a liniei pericarpaticice, cât și prin distanțele apreciabile pe care poate fi urmărită. În ansamblu, se remarcă o creștere a gradientului de coborîre a orizontului caracteristic, pînă la valori de peste 200 m/km la W de falia IV, în raport cu gradientii medii mai mici de 100 m/km de la E de această falie.

La W de linia de faliere II, la nivelul orizontului caracteristic se reliefiază o schimbare a regimului structural, concretizată prin alura mai agitată a izobatelor. Ele evidențiază o serie de structuri de mică amplitudine, cu tendințe plicative-brahianticlinale (Horodniceni, Miron Costin, etc.) și hemicute (Rădăuți, Lucăcești etc.). Majoritatea lor apar ca structuri independente, în cadrul unor blocuri de dimensiuni limitate, mărginite de falii. Acest ansamblu structural sugerează o scădere a rigidității fundamentului la periferia cratogenului precambrian și implicit, trecerea la un fundament mai labil de șisturi verzi.

În apropierea limitei de la suprafață dintre depozitele miocene cutate și depozitele sarmatiene de platformă, harta gravimetrică individualizează o serie de anomalii de maxim și de minim grupate de-a lungul a două aliniamente paralele între frontieră de N a R.S. România și Valea Trotușului, care încadrează aproximativ simetric linia pericarpatică (Botezatu, Dumitru, 1957; Visarion, 1961).

La W de linia pericarpatică, interpretarea statistică a secțiunilor SSM, în strînsă corelație cu datele furnizate de forajele care au interceptat formațiunile de platformă, arată că aceste formațiuni se extind și în sectoarele în care orizontul caracteristic nu mai poate fi urmărit. Limita aproximativă pînă la care s-ar extinde spre W formațiunile din cuvertura platformei, sub șariajul pînzelor carpaticice, se situează pe aliniamentul W Falcău-W Frasin-Frumoasa-Orșa (pl. II). Această limită s-ar plasa, deci, la E de axa anomaliei gravimetrice regionale de minim din Carpații Orientali și de axa anomaliei magnetice regionale de maxim Brodina-Bicaz.

Extinderea platformei sub încălcarea pînzelor carpaticice este de circa 16 km în zona văii Sucevei (secțiunea A), de 14 km în zona văii Moldovei (secțiunea B), de 16 km în zona Tg. Neamț-Piatra Neamț (secțiunea C), pentru că la sud de valea Bistriței, să se reducă la 11 km (secțiunea D) iar în apropierea văii Trotușului să atingă un minim de 4—5 km (pl. III).

Pe marginea vestică a platformei, sub orizontul caracteristic, se remarcă prezența unei zone depresionare largi, cu configurație asymmetrică și cu flancul vestic prins sub încălcarea pînzelor carpatiche. În această zonă, forajele adânci au interceptat formațiuni mezozoice și paleozoice, fapt care a determinat pe unii cercetători să considere că, depresiunea amintită ar putea reprezenta un culoar de legătură între depresiunile Lvovului și Bîrladului (Băncilă, 1965; Dicea et al., 1966).

Paralel și la W, se individualizează o zonă ridicată cu o structură de detaliu complicată, care poate fi urmărîtă la limita vestică a platformei. Această ridicare ar putea reprezenta resturile unei cordiliere de șisturi verzi, care a acționat ca un prag la marginea de E a geosinclinalului carpatic și a avut un rol important atât în delimitarea bazinelor de sedimentare, cât și în evoluția pînzelor care au încălcat marginea platformei (Dumitrescu et al., 1962; Dicea, 1966, 1967).

Rețeaua de falii, precizată în regiunea cu fundament platformic ridicat, se continuă și se amplifică la W de linia pericarpatică. Cercetările gravimetrice și seismometrice aduc informații prețioase cu privire la existența unor dislocații transversale, care afectează substratul formațiunilor de fliș și de molasă în pînză, cu separarea în compartimente de grosimi diferite (pl. I, II). Dislocațiile transversale separate, presupun atât denivelări pe verticală ale compartimentelor, însotite uneori de oscilații pe direcția E—W, cât și deplasări pe direcția lor. Primele pot fi provocate de încărcarea diferențiată cu sedimente a pînzelor suprjacente sau de intervenția unor mișcări radiale active, în timp ce decroșările rezultă probabil prin acțiunea forțelor tangențiale.

La W de linia pericarpatică, în secțiunea superioară a profilului geologic, corespunzătoare formațiunilor cutate de fliș și de molasă, cercetările seismometrice și parțial cele gravimetrice aduc precizări deosebite sub raport structural. În zonele lipsite de complicații structurale excesive, cercetările seismometrice, prin dispoziția diferențiată a elementelor reflectatoare, permit separarea în adâncime a principalelor unități și subunități tectonice, suprapuse datorită proceselor de șariaj (planșa III).

#### CONCLUZII

Asamblarea datelor gravimetrice, aeromagnetice și seismometrice într-o concepție unitară și valorificarea rezultatelor pe plan geologic regional au permis obținerea unor informații noi asupra structurii și constituției petrografice a fundamentului, precum și asupra raporturilor



dintre unitățile externe ale Carpaților Orientali, depresiunea periferică și vorland, în Moldova centrală și de nord.

Interpretarea datelor aëromagnetice și gravimetrice a condus la separarea sectoarelor de fundament cu compozitii petrografice diferite și respectiv la schițarea cimpului de fracturi regionale de fundament.

Reconsiderarea datelor seismosondajului spațial de masă, în acord cu informațiile furnizate de forajul adânc, a permis stabilirea rolului de autohton al marginii vestice a platformei moldovenești, pentru formațiunile unităților externe ale Carpaților Orientali. În interpretarea autorilor, extinderea platformei spre W, sub încălcarea pînzelor carpatice, depășește 15 km în regiunea cuprinsă între valea Sucevei și valea Bistriței și se reduce continuu către S, ajungînd la circa 5 km la paralela localității Orșa.

## BIBLIOGRAFIE

- Airinei St., Boisnard M., Botezatu R., Georgescu L., Suciu P., Visarion M. (1966). Harta anomaliei magnetice  $\Delta Z$  a Moldovei. *Stud. tehn., econ. Ser. D, Prosp. geofiz.*, 5, București.
- Băncilă I. (1958). Geologia Carpaților Orientali. Ed. St., București.
- Hristescu E. (1963). Linia externă și linia pericarpatică dintre valea Sucevei și valea Trotușului (Carpații Orientali). *Asoc. geol. Carp. Balc. Congr.* V, 4, București.
  - (1965). Sur la tectonique des Carpathes Orientales. *Assoc. géol. Carp. Balk.*, Congr. VII, 1, Sofia.
- Botezatu R., Dumitru St. (1957). Efectul gravimetric al limitei externe a flișului în Moldova de nord. *Bul. st. Acad. R.P.R., Secf. Geol. Geogr.*, 2, 2, București.
- Dumitru St., Visarion M. (1965) Caracteristicile reflectării în anomalii gravimetrice a formelor structurale din nord-estul Republicii Socialiste România. *Bul. Inst. Petrol, Gaze, Geol.*, 13, București.
- Costa-Foru Al., Gheorghian P., Apostol E., Baltac Al. (1961). Studiu asupra proprietăților magnetice ale unor roci sedimentare din R.P. Română. *Probl. Geofiz.*, 1, București.
- Dicea O., Ali-Mehmed E., Damian A. (1966). Contribuții la descifrarea tectonicii de adâncime a zonei flișului extern și zonei neogene din nordul Carpaților Orientali. *Stud. Cerc. Geol., Geofiz., Geogr., Ser. Geofiz.*, 4, 2, București.
- (1967) Le rôle des zones de suture d'entre la plateforme et la dépression dans la formation des dépôts néogènes du nord de la Moldavie. *Assoc. géol. Carp. Balk.*, Congr. VIII, Belgrade.



- 93284
- Dumitrescu I., Săndulescu M., Lăzărescu V., Mirăută O., Pauliuc S., Georgescu C. (1962) Mémoire sur la carte tectonique de la Roumanie. *An. Com. Géol.*, 32, Bucureşti.
- Gavăt I. (1957) Notă asupra lucrării „Efectul gravimetric al limitei externe a flișului în Moldova de nord”. *Bul. șt. Acad. R.P.R., Secț. Geol. Geogr.*, 2, 2, Bucureşti.
- Airinei St., Botezatu R., Socolescu M., Stoeneasca S.c. Vencov I. (1963) Structura geologică profundă a teritoriului R.P.R., după datele geofizice actuale. *Stud. Cerc. Geofiz.*, 1, 1, Bucureşti.
- Grozescu H. (1917) La géologie de la région sous-carpathique de la partie septentrionale du district Bacău. *An. Inst. Geol. Rom.*, 8, Bucarest.
- Lăzărescu V. (1968) Conceptions modernes sur la structure géologique de Roumanie. *Communicat. Soc. Géol. de Hongrie*, Budapest.
- Macovei Gh. (1927) Aperçu géologique sur les Carpathes Orientales. *Assoc. p. l'avanc. de la Géol. des Carpathes*, II-ème réunion, Guide des Exc., Bucarest.
- Mrazec L., Popescu-Voitești I. (1914) Contribuții la cunoașterea părților flișului carpatic în România. *An. Inst. Geol. Rom.*, 5, Bucureşti.
- Murgoci G. (1905) Sur l'existence d'un grand nappe de recouvrement dans les Carpathes méridionales. *C. R. Acad. Sci.*, Paris.
- Pătruț I., Paraschiv D., Molnar M. (1965) La plate-forme Moldave et sa position dans le cadre structural de la République Populaire Roumaine. *Assoc. géol. Carp.-Balk.*, Congr. VII, 1, Sofia.
- Preda D. M. (1917) Geologia regiunii subcarpatice din partea de sud a districtului Bacău. *An. Inst. Geol. Rom.*, 7, Bucureşti.
- (1964) Vorlandul orogenului carpatic și poziția lui tectonică în cadrul geologic structural al Europei. *An. Com. Geol. Rom.*, 33, Bucureşti.
- Stille H. (1953) Geotektonische Werdegang der Karpathen. *Beihefte geol. Jahr*, 8, Hannover.
- Uhlig V. (1907) Über die Tektonik der Karpathen, Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. Wissenschaften in Wien, XCVI, Wien.
- Visarion M. (1960) Imagini geofizice din regiunea Carpaților orientali de la est și vest de masivul Ceahlău. *Stud. Cerc. Geol.*, 5, 4, Bucureşti.
- (1961) Contribuția proiecțiunii gravimetrice la determinarea structurilor cu sare și săruri de potasiu din depozitele neogene ale Carpaților orientali. *Stud. Cerc. Geol.*, 6, 2, Bucureşti.
  - (1963) Contribuții cu privire la structura geologică a Depresiunii precarpatică din Moldova de mijloc. *Asoc. geol. Carp.-Balc.*, Congr. V, 6, Bucureşti.

**BORD OCCIDENTAL DE LA PLATE-FORME MOLDAVE  
ENVISAGÉ À LA LUMIÈRE DES DONNÉES GÉOPHYSIQUES  
ACTUELLES**

(Résumé)

La corrélation des données gravimétriques, aéromagnétique et sismiques dans une conception unitaire et la mise en valeur des résultats obtenus, abou-



tissent à nous donner de nouveaux renseignements sur la structure et sur la constitution pétrographique du soubassement et sur les rapports d'entre les unités externes des Carpates Orientales, les dépressions périphériques et l'avant-pays de la partie centrale et septentrionale de la Moldavie. Cette région présente un intérêt scientifique tout particulier, car c'est ici que l'orogène alpin prend directement contact avec la Plate-forme moldave, dernier tronçon de la Plate-forme est-européenne, d'âge épiprotérozoïque. Ce caractère, unique en Europe, a une signification particulière, étant donné, qu'à la lumière des dernières données géophysiques et de forages, on est porté à présumer qu'en Moldavie il y a non seulement de rapports tectoniques adjacents mais aussi de rapports de superposition directe des formations de géosynclinal et d'avant-fosse sur celles de la couverture en régime de plate-forme.

Les anomalies aéromagnétiques régionales, différencierées par des intensités moyennes de morphologie et d'orientation préférentielle des isolignes, séparent des secteurs de soubassement caractérisés par des compositions pétrographiques différentes. On y insiste sur les anomalies régionales de l'aire de distribution du Flysch crétacé-paléogène et de la Dépression du Bîrlad, auxquelles cette étude accorde une signification de beaucoup plus importante que les études antérieures.

L'anomalie régionale dépistée dans l'aire du flysch, vu son unité et son étendue, est déterminée probablement par une source avec des propriétés magnétiques homogènes, d'une amplitude remarquable, qui par sa position et association avec le minimum gravimétrique régional ne saurait être interprétée qu'à partir de l'existence d'un corps crustal présumé. C'est en ce sens que plaide aussi la tendance de l'anomalie de s'éteindre d'un style et d'une échelle qui simulent ceux de l'aire d'expansion de la zone cristallino-mésozoïque.

Vu les caractéristiques du champ magnétique anomal, la région qui s'étend entre Vaslui et Adjud, selon toute vraisemblance, revient à la Plate-forme scylique, séparée en marge de la Plate-forme est-européenne comme un secteur généralement à régime kratonisé, mais plus récent, où persiste encore quelque mobilité tectonique. En cette acception, le contact avec l'orogène nord-dobrogéen correspondrait approximativement au prolongement oriental de la ligne du Trotuș.

La recherche gravimétrique, sans apporter des renseignements sur la jonction des différents secteurs du soubassement, a permis de déterminer le champ des fractures régionales du soubassement, des lignes tectoniques majeures de la couverture et des accidents disjonctifs transversaux.

La recherche sismométrique a établi le rôle joué par l'autochtone de la région du bord occidental de la Plate-forme moldave pour les formations des unités externes des Carpates Orientales. À l'avis des auteurs du présent ouvrage l'avancée de la plate-forme vers l'ouest, en dessous du charriage des nappes carpathiques, est d'environ 15 km dans le N de la Moldavie et seulement de 5—6 km vers la vallée du Trotuș. Afin d'illustrer les résultats sismométriques on a tenté de faire une esquisse structurale qui indique le domaine d'expansion vers l'ouest des formations de la couverture de la plate-forme. Sur cette esquisse sont représentées les principales lignes longitudinales de fracture, qui ont conduit à l'affaissement de la plate-forme, les lignes transversales de fracture probablement imputables au chargement différent du bord occidental de la plate-forme par les formations en nappe, ainsi que les isobathes présumés à la surface



des formations de la couverture de la plate-forme, dans la zone d'affleurement du Flysch et du Miocène péricarpique.

Les résultats présentés, complétés par des données géologiques de surface et de forages, attestent que par l'association des méthodes géophysiques on est à même d'obtenir de précieux renseignements sur différents niveaux à partir des structures de la couverture jusqu'au soubassement de la région étudiée, en fonction de la capacité résolutive de la méthode utilisée.

### EXPLICATION DES PLANCHES

#### Planche I

Éléments tectoniques obtenus par les recherches gravimétriques et aéromagnétiques effectuées sur le bord occidental de la plate-forme Moldave, dans le secteur compris entre la vallée de Suceava et la vallée du Trotuș :

1, lignes délimitant des secteurs du soubassement avec différentes constitutions pétrographiques ; 2, fractures du soubassement de la plate-forme ; 3, fractures transversales ; 4, ligne péricarpique ; 5, ligne externe ; 6, ligne moyenne-marginale ; 7, alignement d'anomalies de maximum  $\Delta T_a$  ; alignement d'anomalies de minimum  $\Delta T_a$  ; 9, alignement d'anomalies gravimétriques de maximum ; 10, alignement d'anomalies gravimétriques de minimum.

#### Planche II

Éléments tectoniques obtenus par les recherches sismiques effectuées sur le bord occidental de la plate-forme Moldave dans le secteur compris entre la vallée de Suceava et la vallée du Trotuș :

1, faille dans l'horizon caractéristique ; 2, faille transversale dans la couverture de la plate-forme ; 3, isobathe à la surface de la couverture de la plate-forme moldave ; 4, ligne péricarpique ; 5, ligne externe ; 6, ligne moyenne-marginale ; 7, coupe sismique présentée ; 8, ligne occidentale de la couverture sédimentaire de la plate-forme ; 8, localités.

#### Planche III

Coupes sismiques dans la région comprise entre la vallée de Suceava et la vallée du Trotuș :

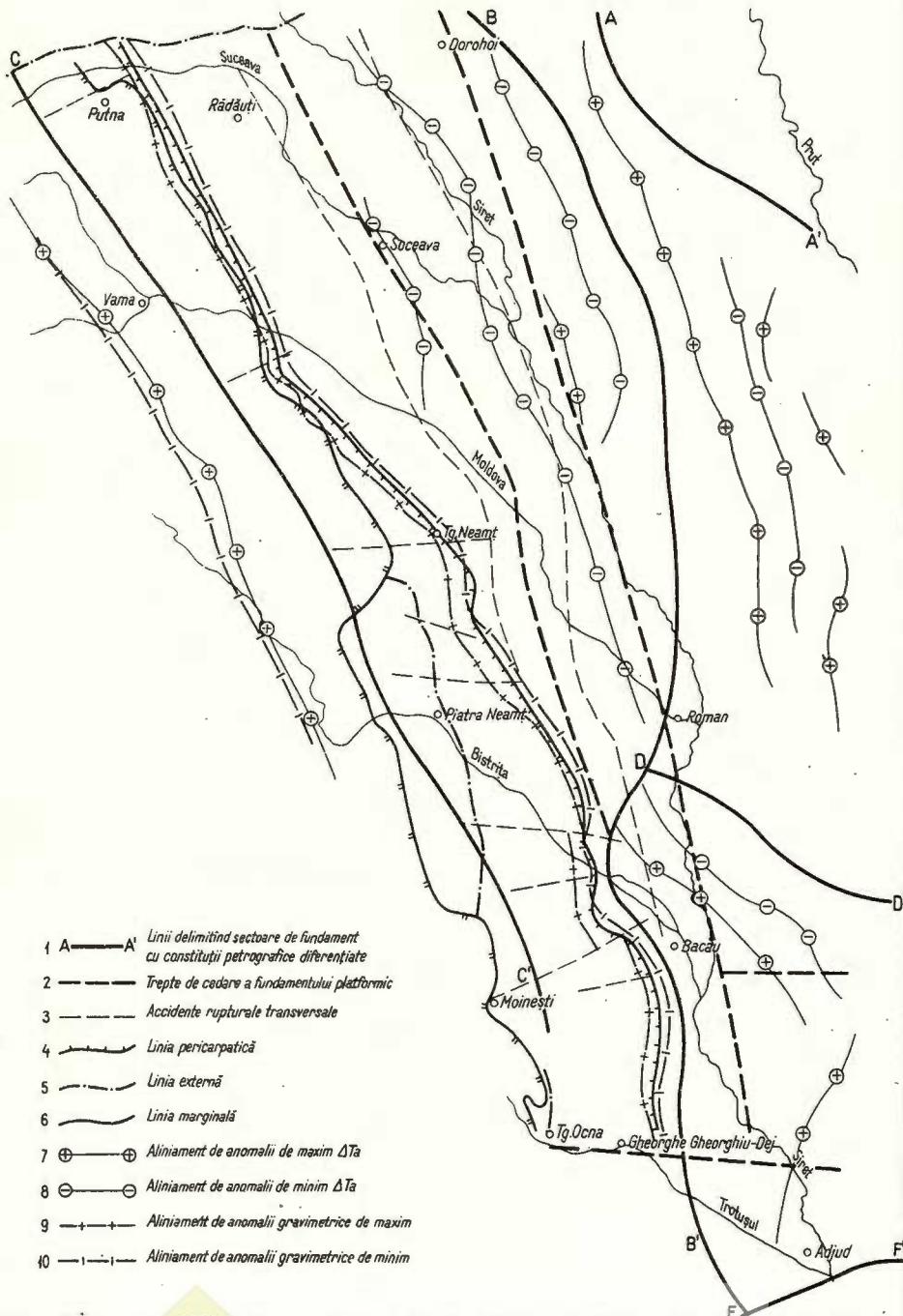
1, élément de réflexion obtenu par la séismo-sondage spatial ; 2, horizon caractéristique ; 3, horizon certain ; 4, horizon incertain ; 5, faille ; 6, ligne de chevauchement ; 7, ligne d'inclinaison moyenne ; 8, forage profond.



Institutul Geologic al României

**ELEMENTE TECTONICE REZULTATE DIN CERCETĂRILE GRAVIMETRICE ȘI  
AEROMAGNETICE DE PE MARGINEA VESTICĂ A PLATFORMEI  
MOLDOVENEȘTI ÎN SECTORUL VALEA SUCEVEI-VALEA TROTUȘULUI**

0 40 20 30 Km



**ELEMENTE TECTONICE  
REZULTATE DIN CERCETĂRILE  
SEISMOMETRICE DE PE MARGINEA  
DE VEST A PLATFORMEI  
MOLDOVENEŞTI ÎN SECTORUL  
VALEA SUCEVEI - VALEA TROTUŞULUI**

0 10 20 30 km

**LEGENDĂ**

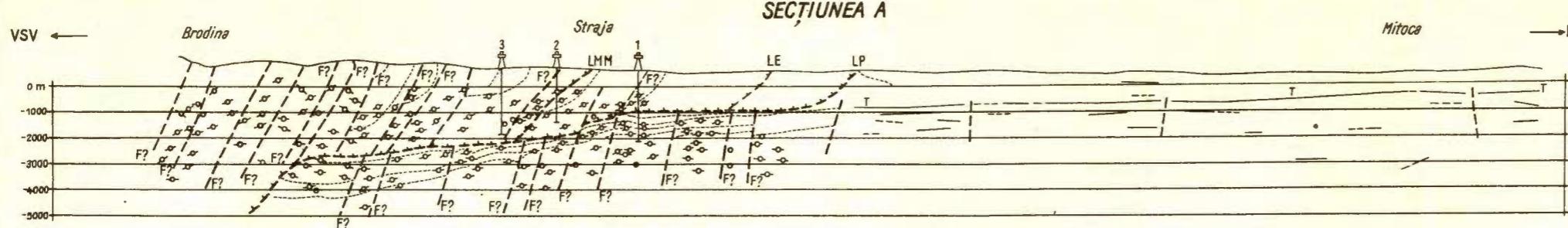
- 1 ----- Falie la orizontul caracteristic
- 2 ----- Falie transversală în cuvertura platformei
- 3 } Izobate la suprafața cuverturii platformei moldovenești
- 4 -----
- 5 ----- Linia pericarpatică
- 6 ----- Linia externă
- 7 ----- Linia medio-marginală
- 8 ----- Secțiune seismică prezentată
- 9 ----- Limita de vest a cuverturii sedimentare a platformei
- 10 • Localități

Tg. Ocna

Onești

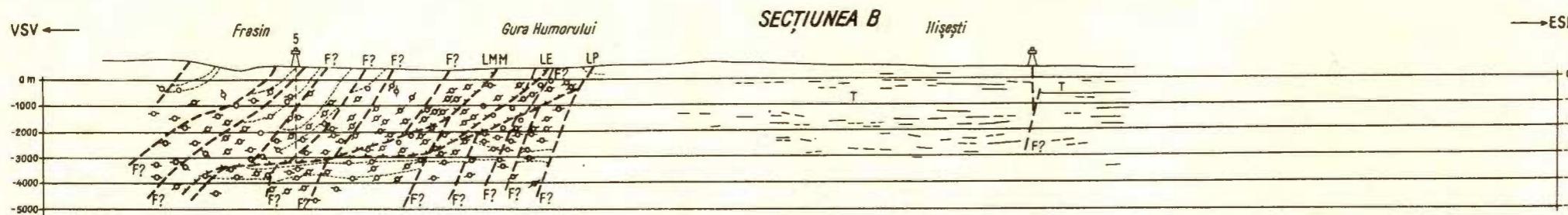
Trotuș

Institutul Geologic al României



## **SECȚIUNI SEISMICE DIN REGIUNE A V. SUCEVEI – V. TROTUȘULUI**

0 2 4 6 km



## **SECTIUNEA**

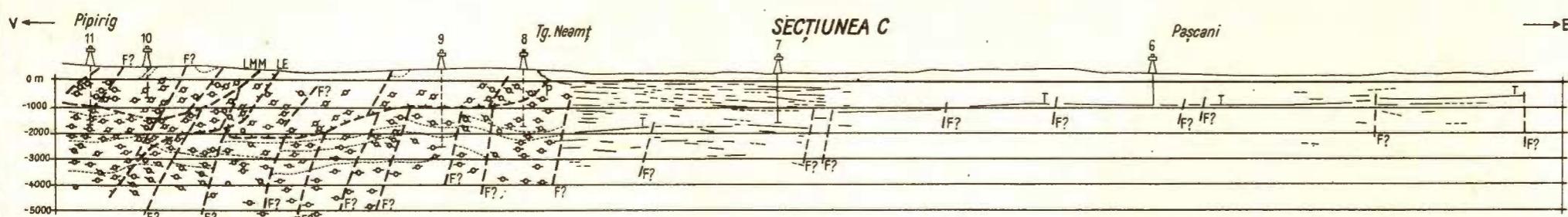
His

→

## LEGENDA

- Element reflectator din seismosondeje spațiale**

  - Orizont reflectator caracteristic
  - Orizont reflectator sigur
  - — — Orizont reflectator nesigur
  - F? — Falie
  - + + + Linie de încălcare
  - Linie de mediere a înclinațiilor



SECTIUNEA

Pa

→

**SECTIUNEA D**

This geological cross-section spans from Cucuți on the left to Secuieni' on the right. The vertical axis represents depth in meters, ranging from 0 m at the top to -10,000 m at the bottom. The horizontal axis represents distance along the section.

The section shows several rock units represented by different patterns and symbols:

- Top Unit:** Labeled 'LE' at the surface near Cucuți. It contains boreholes numbered 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.
- Second Unit:** Labeled 'IP' at the top. It contains boreholes numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.
- Third Unit:** Labeled 'T' at the top. It contains boreholes numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.
- Fourth Unit:** Labeled 'F2' at the top. It contains boreholes numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.
- Fifth Unit:** Labeled 'F1' at the top. It contains boreholes numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.
- Sixth Unit:** Labeled 'F2' at the top. It contains boreholes numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.
- Bottom Unit:** Labeled 'F1' at the top. It contains boreholes numbered 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, and 14. Some boreholes are labeled 'F?'.

Boreholes are also labeled with numbers 12 and 13 at the far right end of the section.

SECTIUNEA I

Bacá

- 1 -

**EXPERIMENTAREA UNEI METODE DE PROSPECTARE  
A MINERALELOR GRELE DIN ZONA DELTEI DUNĂRII  
ȘI ZONA LITORALĂ A MĂRII NEGRE<sup>1</sup>**

DE

RADU VELCESCU<sup>2</sup>, GEORGE TEULEA<sup>3</sup>

**Abstract**

A Prospecting Method for Heavy Minerals from the Danube Delta Area and the Black Sea Littoral Zone. The use of sampling automatic stations has been tested with the purpose of rapid prospecting of both emerged and submerged grounds in which accumulations of heavy minerals are present either at the surface or in its close vicinity. The prospecting connected with the experiments which have been carried out contributed to point out some zones displaying a high radioactivity. The method proved to have a qualitative character and a very high productivity.

Prospectarea, explorarea și exploatarea bogățiilor subacvatice, cantonate în perimetrele platformelor continentale, prezintă un interes deosebit din punct de vedere economic.

Pentru activitatea geofizică, zona de platformă continentală situată în fața litoralului românesc reprezintă, ca și multe alte zone asemănătoare, un cîmp de investigație puțin abordat.

În scopul rezolvării problemelor legate de aceste cercetări, se întreprinde atît punerea la punct a unor noi metode de prospectare, cît și realizarea unor aparate și dispozitive adecvate.

În ansamblul acestor lucrări, în vara și toamna anului 1969, s-a procedat la experimentarea unei metode de prospectare a mineralelor grele din regiunea Deltei Dunării și zona litorală a Mării Negre.

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 22 ianuarie 1970 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.

<sup>3</sup> I.F.L.G.S. Str. Caransebeș nr. 1. București.



Metoda experimentată a fost propusă ca inovație încă din anul 1968 de unul din autori acestui articol (R. Velcescu) și constă în extrapolarea metodelor de carotaj geofizic în sonde la prospectarea rapidă a zonelor de uscat sau a celor acoperite de apă, în care acumulările de minerale grele sănt cantonate la suprafața sau în imediata apropiere a suprafeței solurilor cercetate.

Mineralele grele care formează acumulări în aceste zone și se evidențiază în procente ridicate sănt: granații, magnetitul, ilmenitul, zirconul, titanul, monazitul etc.

În aplicarea metodei propuse, se utilizează fie stații automate de carotaj autopurtate, în cazul prospectării suprafețelor de uscat, fie stații de carotaj automate portabile, instalate pe un vas special — cuter sau pescador —, în cazul prospecțiunilor subacvatice.

În funcție de condițiile locale de teren sau de mijloacele de deplasare de care se dispune, metoda poate fi practicată sub mai multe forme.

Astfel, pe uscat, se poate utiliza sistemul de întindere a cablului pe profil cu un tractor, înregistrarea făcându-se prin tractarea electrodelor în lungul profilului cu ajutorul granicului mecanic instalat pe stația de carotaj, sau cel de tractare a electrodelor în lungul profilului direct de autodubă, fără întinderea cablului, înregistrarea executându-se din mers.

În cazul suprafețelor acoperite de ape, se poate utiliza fie autoduba (stație și granic) instalată la malul apei, electroda și cablul fiind dusă pe apă la capătul profilului cu ajutorul unei bărci cu motor, fie folosind un vas, pe care se montează o stație automată portabilă de carotaj, tractarea electrodei pe fundul apei fiind făcută cu ajutorul vasului, iar înregistrarea executându-se în timpul deplasării în lungul profilului.

În toate sistemele menționate, înregistrările se pot executa atât cu ajutorul unei singure electrode (magnetică, radioactivă, inductivă), cât și combinat prin înregistrarea simultană a două curbe (de exemplu, magnetică-radiometrică).

În privința măsurătorilor radiometrice, acestea pot fi aplicate atât pentru înregistrarea radiației naturale,  $\gamma$ , cât și pentru înregistrarea prin metoda densitivă  $\gamma\gamma$ , utilizând în acest scop, ca sursă de radiații  $\gamma$ , izotopul  $\text{Co}^{60}$ .

În metoda aplicată, stațiile de carotaj se folosesc fără nici o modificare, iar electrodele utilizate sănt cele folosite curent în tehnica de carotaj, cu unele adaptări la condițiile specifice de lucru.



Experimentarea și verificarea metodei propuse s-a executat în două etape, în cadrul Întreprinderii geologice de explorări a Comitetului de Stat al Geologiei.

Prima etapă a durat un număr de aproximativ 12 zile, și s-a desfășurat în luna iulie 1969.

Lucrările s-au desfășurat, în principal, pe uscat și au constat din înregistrarea unor profile în zona de plajă și grinduri nisipoase de la N de localitatea Sf. Gheorghe-Deltă.

Metoda a putut fi încercată într-o primă fază și în zona nisipurilor marine litorale, prin măsurarea a două profile, folosind cuterul închiriat de Institutul de geofizică aplicată, în scopul experimentării în aceeași zonă, de către cercetătorii Observatorului geomagnetic Surlari, a magnetometrului cu rezonanță nucleară ELSEC.

În principal, prima etapă a experimentărilor, atât pe uscat cât și pe apă, datorită timpului scurt afectat acestor lucrări, a servit doar la elucidarea unor probleme legate de metodologie și de adaptare a electrodelor.

Cea de a doua etapă a durat aproximativ 25 zile și s-a desfășurat în luna octombrie 1969, având drept scop punerea la punct a metodologiei, precum și încercarea delimitării eventualelor zone de acumulare a mineralelor grele din perimetrul Sf. Gheorghe-Sulina. Lucrările au avut un caracter complex și s-au executat cu un ansamblu de aparate, alcătuit dintr-o stație automată de carotaj, montată pe o autodubă, o stație automată de carotaj portabilă, ambele din dotăția IGEX-ului și un înregistrător potențiometric tip SERVOGOR, din dotăția I.G.A. Pentru înregistrările pe mare, s-a utilizat un cuter pescăresc închiriat în acest scop.

Ansamblul lucrărilor executate au comportat măsurători experimentale complexe atât pe mare cât și în zona litorală a grindurilor, pe canalele și zonele de baltă, precum și pe brațul Sf. Gheorghe.

În prima parte a intervalului, pentru verificarea aparaturii și metodicii de lucru, s-au făcut atît înregistrări magnetice cât și radio-metrice  $\gamma$  natural și  $\gamma\gamma$ .

Deoarece, pe parcursul primelor zile de experimentare, s-a stabilit că electrodele de carotaj magnetic folosite în mod curent sunt prea sensibile — ele înregistrând peste informațiile utile și un fond de paraziți, produs în timpul tractării de schimbările brusăte de direcție față de orientarea cîmpului geomagnetic total —, experimentările au con-



tinut numai prin înregistrări de radioactivitate, urmând ca, în viitor, electrodele magnetice să fie readaptate metodei.

În partea a doua a intervalului, s-au efectuat lucrări curente prin metodologia stabilită, pentru a verifica eficiența și rapiditatea metodei propuse.

Rezultatele lucrărilor au demonstrat aplicabilitatea metodei în condițiile regiunii cercetate, randamentul ei ridicat, și au condus la cointarea unor zone de acumulare de minerale grele, în perimetru Sf. Gheorghe-Sulina, prezentate în cele două hărți anexate.

Cu toate că timpul a fost complet nefavorabil — vînt puternic și mare agitată — iar vasul pescăresc utilizat a fost de dimensiuni și putere reduse (lungime 12 m și putere 65 C.P.), metoda aplicată la înregistrările marine s-a dovedit, ca și în cazul înregistrărilor pe uscat, deosebit de rapidă și eficientă.

Viteza de deplasare optimă a vasului s-a stabilit a fi de 6—7 noduri (10—12 km/oră), ceea ce, în condițiunile de lucru ale unei zile de vară (cca 10 ore), reprezintă 100—120 km de înregistrări zilnice sau echivalentul a 50 km de profil executat dus-intors.

În ceea ce privește precizia lucrării, din înregistrările obținute, rezultă că perechile de diagrame dus-intors de pe același profil se suprapun cu fidelitate, în mareala majoritate a cazurilor. Rarele neconcordanțe apărute provin nu din deficiențe ale metodei, ci din deplasări laterale foarte mari ale vasului, datorate vîntului și curenților laterali, sau creșterii vitezei de înaintare peste limitele admisibile (vînt sau valuri mari din pupa).

Corelarea perfectă între rezultatele obținute pe profile alăturate se poate vedea clar în prima hartă anexată, pe care, în lungul profilelor executate, este trasată la scară (lungimile 1 cm = 250 m, amplitudinile 1 cm = 100 imp/min) toată diagrafia obținută din înregistrări.

Pe mare, s-au executat în total 23 profile, din care 19 au fost înregistrate dus-intors, pentru verificare. La întocmirea hărților finale, au fost luate în considerare 21 din profilele înregistrate.

Folosind diagrafiile celor 21 de profile, s-a obținut a doua hartă, care prezintă situația nivelului radioactivității fundului marin în zona Sf. Gheorghe-Sulina, pe o lățime de 4—5 km spre largul mării.

Au fost puse în evidență trei zone majore de acumulare, zone delimitate prin valorile crescute ale activității radiației  $\gamma$  natural (600—700 imp/min).

Două din zone se găsesc la aproximativ 5 km N de gura brațului Sf. Gheorghe, una din ele fiind situată la cca 1 km, iar cea de a



două la cca 3,5 km spre larg. Dintre acestea, cea plasată spre țărm este formată la rîndul ei din două sectoare de maxim.

Cea de a treia zonă, având de asemenea un nivel maxim al radioactivității  $\gamma$  natural, în jur de 600 imp/min, se află mult mai la N, aproximativ la 2,5 km N de punctul Cișla Vădanei și la cca 2 km spre larg.

Adâncimea apei, în zonele acumulărilor delimitate, variază între 5 și 15 m.

Anomaliiile conturate au în general un aspect de fișii orientate N-S, deci paralel cu țărmul. Din rezultatele obținute, reiese cu claritate că perimetrele cu radioactivitate ridicată se întind din zona Sf. Gheorghe pînă la aproximativ 9—10 km S de canalul Sulina. În zona de N intensitatea radiației  $\gamma$  scade la valorile normale, aceasta semnalîndu-se și pe profilul înregistrat, la N de canalul Sulina, ca și în zona de vîrsare a brațului Sf. Gheorghe. Spre S însă, fondul de radiații începe să crească din nou, punîndu-se în evidență cîteva fișii cu valori de aproximativ 300 imp/min.

În afara lucrărilor prezentate, s-au mai executat înregistrări și în zona de canale și lacuri din deltă: un profil ce pleacă de la Sulina, trece prin lacurile Roșuleț și Roșu și ieșe în brațul Sf. Gheorghe la kilometrul 20, măsurat de două ori, precum și un profil în lungul brațului Sf. Gheorghe, între kilometrul 20 și kilometrul 10.

Deoarece aceste înregistrări nu au pus în evidență nici o zonă anomală, ele nu au fost trecute pe hărțile prezentate.

Paralel cu lucrările de înregistrare marină, s-au executat, după cum a fost menționat, și lucrări în zona de plajă și grinduri litorale pe un perimetru de aproximativ 4 km lungime și 0,800 km lățime, în lungul țărmului, începînd din dreptul localității Cișla Vădanei spre S.

Din cauza imposibilității de închiriere a unui tractor, lucrările în acest perimetru au fost substanțial îngreunate, neputîndu-se aborda decît profile accesibile autodubei, sau profile scurte, în lungul cărora cablul a fost întins manual.

În aceste condiții, pe uscat, productivitatea metodei a scăzut la 1/5 din posibilitățile reale, dovedite pe profilele în lungul cărora întinderea cablului s-a executat cu autoduba.

În această zonă au fost executate două profile prin întinderea cablului cu autoduba și cinci profile mai scurte, la care întinderea cablului s-a făcut manual.



Pentru stabilirea definitivă a metodologiei cît și pentru experimentarea metodei de înregistrare radioactivă densitivă  $\gamma\gamma$ , toate probele au fost repetate de cel puțin 5—6 ori fiecare.

Ca și în cazul înregistrărilor marine, rezultatele obținute sunt prezentate prin diagrafia redusă la scară, precum și prin conturarea perimetrelor de acumulare. Apare clar că ariile de acumulare de pe uscat, ca și cele din zona marină, se întâlnesc sub forma de fisi în lungul litoralului, maximele de radioactivitate fiind plasate la limita dintre plajă și grinduri.

Din cele prezentate în anexele grafice, precum și din constatăriile făcute pe teren, reiese că metoda propusă și experimentată prezintă următoarele caracteristici față de metodele clasic utilizate :

1) În forma ei actuală, este pur calitativ-informativă.

2) Este utilizabilă în condiții optime pentru localizarea zonelor de acumulare a mineralelor grele (feroase, radioactive etc.) cantonate de la suprafața solului pînă la adîncimi de cîțiva metri, în funcție de electrodele și aparatul de înregistrare utilizat.

3) Folosește aparatul de carotaj existent, fără nici o modificare pentru înregistrările pe uscat sau cu modificări puțin costisitoare pentru măsurătorile marine.

4) Are o productivitate extrem de mare, atât pe apă cît și pe uscat. Pe mare, în timpul experimentărilor a fost acoperit un perimetru de 35 km/4 km în cca 10 zile.

5) Permite executarea simultană a măsurătorilor magnetice, radiometrice, electrice-inductive, prin înregistrări continue.

6) Rapiditatea și precizia metodei nu sunt influențate de adîncimdea apei.

Ca o ultimă concluzie, în legătură cu existența acestor acumulări de minerale grele de-a lungul litoralului, suntem de părere că acestea sunt de proveniență marină și nu de proveniență aluvionară. La susținerea acestei păreri contribuie și faptul că în nici o parte din zona de bălți a deltei, unde condițiile de depunere a aluviunilor sunt optime, înregistrările efectuate, după cum s-a arătat și în cuprinsul textului, nu au indicat existența unor asemenea depozite.

Metoda urmează a fi experimentată în continuare pentru a se încerca posibilitățile de obținere prin intermediul ei, și a unor date cantitativ-informative, în afara celor calitative.



Încheierea lucrărilor ce fac obiectul prezentei publicații, a dus la omologarea noii metode ca inovație în cadrul Întreprinderii geologice de explorări, în prezent, Întreprinderea de foraje și lucrări geologice speciale din cadrul M.M.P.G.

---

## EXPÉRIMENTATION D'UNE MÉTHODE DE PROSPECTION DES MINÉRAUX LOURDS DE LA ZONE DU DELTA DU DANUBE ET DE LA ZONE LITTORALE DE LA MER NOIRE

(Résumé)

---

La méthode expérimentale proposée comme innovation par l'un des auteurs de cet article (ing. R. Velcescu) réside dans l'utilisation des stations de carottage automatique pour la prospection rapide des zones de terre ferme ou submergées où les accumulations en minéraux lourds sont cantonnées à la surface ou très proche de la surface des terrains investigués.

La prospection, rattachée aux expérimentations effectuées, a contribué à mettre en évidence, dans le périmètre maritime-littoral de Sf. Gheorghe-Sulina, quelques zones à radioactivité très élevée.

À la suite des expérimentations effectuées, la méthode s'avère d'une haute productivité mais seulement à caractère qualitatif.

---

## EXPLICATION DES PLANCHES

### Planche I

Enregistrements radioactifs exécutés lors de l'expérimentation d'une nouvelle méthode de prospection des minéraux lourds contenus dans les sables littoraux de la Mer Noire.

Diagraphie des profils enregistrés.

### Planche II

Enregistrements radioactifs exécutés lors de l'expérimentation d'une nouvelle méthode de prospection des minéraux lourds contenus dans les sables littoraux de la Mer Noire.

Les zones anomalies mises en évidence au moyen de la méthode expérimentée.



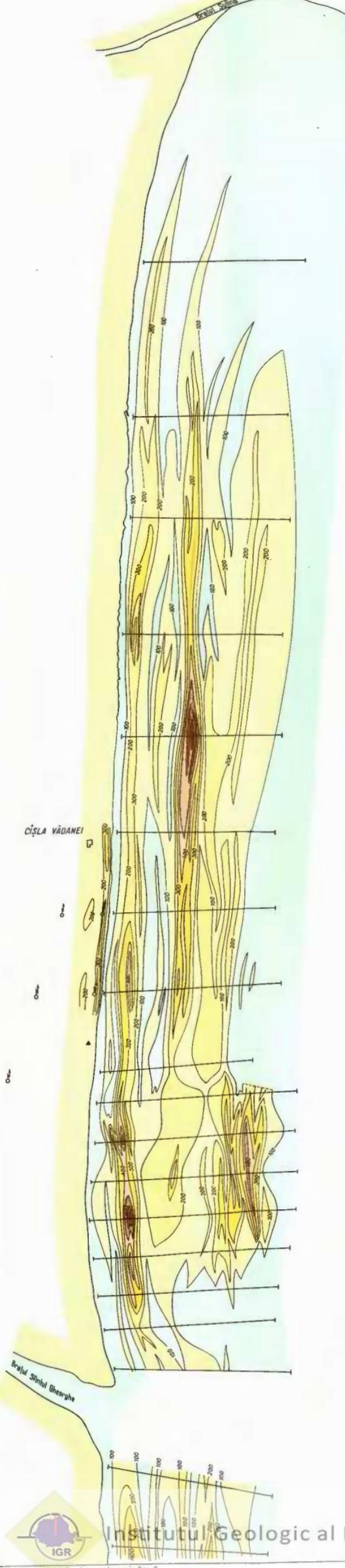


Institutul Geologic al României

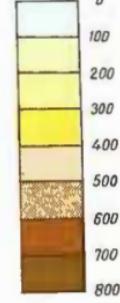
ING. RADU VELCESCU

**ÎNREGISTRĂRI RADIOACTIVE EXECUȚATE ÎN CADRUL EXPERIMENTĂRII UNEI NOI METODE DE PROSPECȚARE A MINERALELOR GRELE DIN NISIPURILE LITORALE ALĂTURI DE MAREA NEGRĂ**

ZONELE ANOMALE PUSE ÎN EVIDENȚĂ CU AJUTORUL METODEI EXPERIMENTATE



Legendă

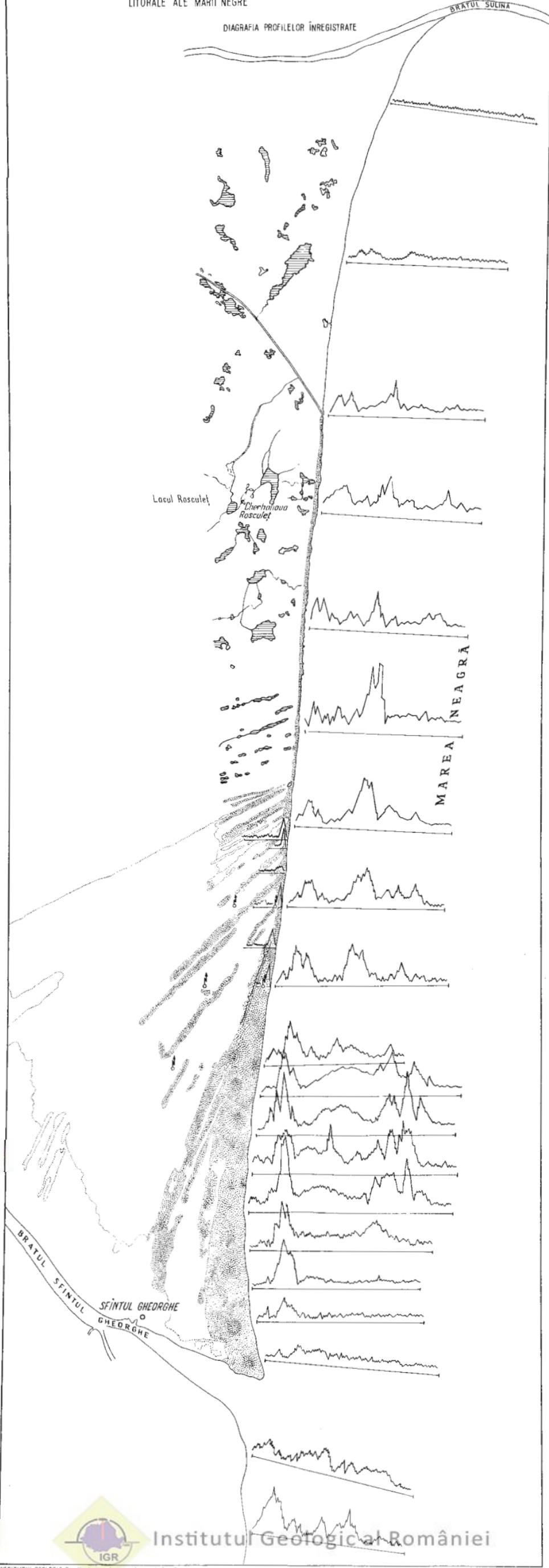


Institutul Geologic al României



ÎNREGISTRĂRI RADIOACTIVE EXECUTATE ÎN CADRUL EXPERIMENTĂRII UNEI  
NOI METODE DE PROSPECȚARE A MINERALELOR GRELE DIN NISIPURILE  
LITORALE ALĂTURI DE MAREA NEAGRĂ

DIAGRAFIA PROFILELOR ÎNREGISTRATE



Institutul Geologic al României

FUNDAMENTUL CRISTALIN AL BAZINELOR POST-TECTONICE  
DIN VĂILE SUPERIOARE ALE OLTULUI ȘI MUREȘULUI,  
PROSPECTAT CU METODA SEISMICĂ DE REFRACTIE<sup>1</sup>

DE

SEVER SPĂNOCHE, ELEONORA SPĂNOCHE<sup>2</sup>

---

**Abstract**

Crystalline Basement of the Post-Tectonic Basins from Olt and Mureș Upper Valleys, Prospected by the Seismic Refraction Method. By means of seismic refraction there was pointed out that the relief of the crystalline basement of the Gheorgheni upper and lower Ciuc Basins is to be found at depths ranging from zero to 1500 m, and displays certain important uplift zones, as well as some zones presenting tectonical accidents.

---

Prospecțiunile seismice de refracție din anii 1963 și 1965 — constituind o etapă a programului de cercetare pentru localizarea minereurilor de fier din partea estică a munților vulcanici neogeni Gurghiu-Harghita — au acoperit bazinele intramontane Gheorgheni, Ciucului inferior și Ciucului superior, delimitate la E de zona cristalino-mezozoică și flișul cel mai intern al Carpaților Orientali și la W de lanțul vulcanic neogen, cu scopul determinării adâncimii și reliefului fundamentului cristalin.

**Cadrul geologic al regiunii.** Cele mai vechi formațiuni geologice din zonele cercetate seismic sunt șisturile cristaline, care apar la zi pe rama nordică și estică a bazinului Gheorgheni și în nord-estul bazinului Ciucului superior, singura ivire din interiorul bazeinelor fiind la Racu

---

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 11 martie 1968 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.

(bazinul Ciucului superior). Cristalinul a fost interceptat și în foraje la : NW Mihăileni (71 m și 159 m adîncime), Mădăraș la 500 m, Siculeni la 303 și 420 m, W Miercurea Ciuc la 715 m. Șisturile cristaline (Onicescu, 1957) sănt epizonale, reprezentate prin șisturi clorito-serico-toase, șisturi grafitoase, filite sericitoase, cuarțite negre și calcare cristaline albe, cu tremolit.

În estul bazinelor Ciucului superior și inferior apar formațiuni care ţin de cea mai internă zonă a flișului cretacic (Sandulescu, 1964). Aici se dezvoltă stratele de Sinaia, în faciesul marnos-calcaros-grezos caracteristic și complexul grezos al stratelor de Bistra.

Munții vulcanici Gurghiu și Harghita din W bazinelor post-tectonice cuprind în bază complexul vulcanogen-sedimentar, iar deasupra acestuia se dispun suprastructurile aparatelor vulcanice recente (Rădulescu et al., 1964).

În șisturile cristaline din partea de NE a bazinului Gheorgheni se găsește masivul sienitic de la Ditrău, în care s-au diferențiat sienite cu nefelin, sienite normale, separații pegmatitice și granitice, precum și roci bazice și ultrabazice (Băncilă, 1958).

Sedimentarul pliocen și cuaternar depus în cele trei bazine este constituit din pietrișuri și argile, cu strate subțiri de lignit, respectiv conuri de dejecție, aluviumi și depozite de terasă.

În regiune există următoarele foraje : Sîncrăieni, care a traversat pînă la 100 m roci eruptive, apoi pînă la 1200 m stratele de Sinaia ; Cetățuia și Ciumani unde s-a forat pînă la 735 m, respectiv 703 m, în formațiuni eruptive ; E Ditrău, care a interceptat roci intrusive bazice la adîncimea de 485 m.

**Informații geofizice despre regiune.** În bazinul Gheorgheni și bazinele Ciucului superior și inferior au fost executate atît prospecțiuni gravimetrice cît și magnetice. Lucrările gravimetrice din bazinele Ciucului (Arienei, 1963) evidențiază de-a lungul Oltului două zone de minim gravimetric, una la Tușnad-Sîntimbru și alta pe direcția Miercurea Ciuc-Sîndominic, interpretate ca zone depresionare ale fundamentului cristalin. În cadrul zonei de minim gravimetric Miercurea Ciuc-Sîndominic se remarcă prezența unui sector pozitiv, la Racu, generat de ivirea la suprafață a unei insule din cristalinul fundamentului. Între cele două zone de minim gravimetric este situată o zonă de maxim, care se dezvoltă la S de Miercurea Ciuc. Peste acest maxim gravimetric se suprapune și o zonă de maxim magnetic (Arienei, 1963). În flancul vestic al munților Harghita este remarcată prezența unui cordon

îngust de gradient orizontal, foarte intens, orientat NNW-SSE, pe direcția localităților Bicsad-Suseni, care ar reprezenta o linie de dislocație majoră, cu flancul estic coborât.

Prospecțiunea gravimetrică din bazinul Gheorgheni conturează două zone de maxim: Ditrău și Voșlobeni<sup>3</sup> care delimită corporile eruptive intruse în șisturile cristaline și zonele de minim de la Gheorgheni și Borzont<sup>4</sup> indicind o scufundare probabilă a fundamentului.

**Aparatura și metoda de lucru.** Pentru prospectarea fundației cristalin prin metoda seismică de refracție s-au utilizat stații seismice cu 24 canale tip SS-24-P și G.M.G. cu geofoane SPED-56 și 11 F, de joasă frecvență. Observațiile au fost efectuate pe profile longitudinale cu lungimea de 15—25 km și puncte de explozie situate la 8 km. Distanța dintre geofoane a fost de 50 m. Undele seismice au fost generate prin explodarea unor cantități de 50—100 kg dinamită. Cantitatea maximă folosită pentru o explozie a fost de 250 kg.

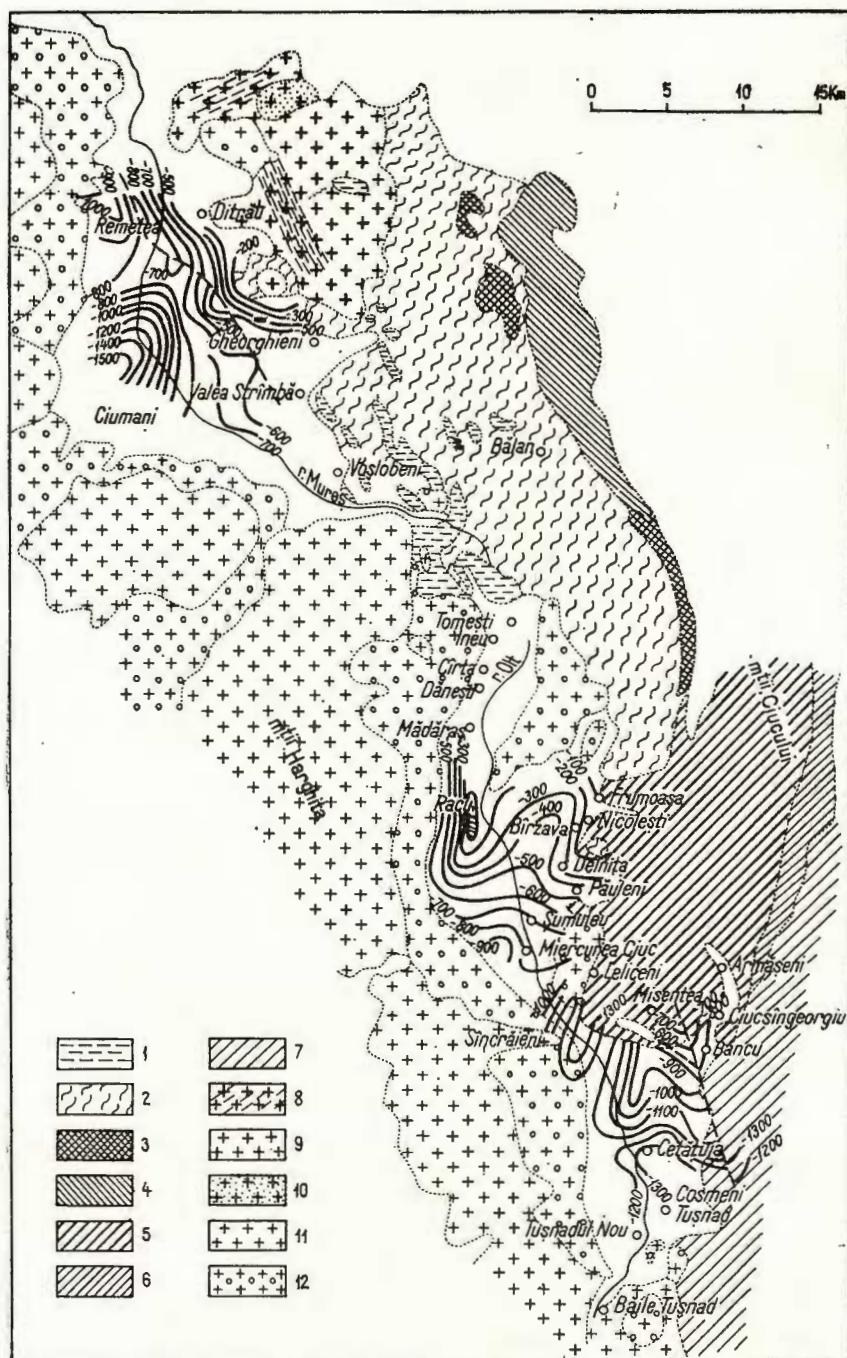
În vederea interpretării materialului seismic obținut, s-au folosit criterii bazate pe studiul cinematic al undelor (timp, viteză) și pe studiul dinamic (amplitudine, amortizare, formă de înregistrare). Au fost construite secțiuni seismice pentru limita fundament-sedimentar, prin metoda cîmpurilor de tempi.

Rezultatul final al prospecțiunii îl constituie o hartă cu izobate pentru această limită.

**Caracterul undelor înregistrate.** În urma studiului cinematic și dinamic al undelor s-au putut separa două suite de oscilații care se diferențiază net între ele: oscilații provenite de la limita fundament-sedimentar și oscilații de la orizonturile refractatoare din cuvertura sedimentară. Viteza aparentă a undei refractate pe suprafața fundamentului a fost de 4500—7000 m/s, iar cea a undelor provenite din sedimentar a avut valori cuprinse între 1700—3500 m/s. Frecvența primei unde a fost de 20—25 Hz, iar pentru unde din sedimentar după cum urmează: 45 Hz pentru unda cu viteza aparentă de 2500 m/s și 30 Hz pentru unda cu viteza aparentă de 3000—3500 m/s. Undele corespunzătoare limitelor din sedimentar apar în general în prime sosiri, pe distanțe relativ scurte (1—1,5 km). Unda refractată de la limita fundament-sedimentar se separă

<sup>3</sup> M. Visarion. Raport asupra prospecțiunilor gravimetrice din regiunea Ditrău. 1955. Arh. M.M.P.G. București.

<sup>4</sup> M. Suciuva. Raport asupra prospecțiunii gravimetrice în munții Gurghiu Harghita, pentru sulfuri complexe. 1963. Arh. M.M.P.G. București.



În hodografi la distanță de 1—5 km de punctul de explozie, continuându-se în prime sosiri pe 8—10 km. Această undă nu se urmărește în sosiri ulterioare.

**Rezultatele prospecțiunii seismice.** Zona de viteze mici a avut în general o grosime constantă, de cca 12 m. Viteza medie a fost determinată din prelucrarea datelor a două seismocarotaje executate în regiune. S-au calculat valorile de 2600 m/s pentru adâncimea de 600 m și 3300 m/s pentru adâncimea de 1200 m.

Secțiunile seismice au indicat pentru limita fundament-sedimentar adâncimi de 0—500 m în bazinul Ciucului superior, 600—1450 m în bazinul Ciucului inferior și 100—1500 m în bazinul Gheorgheni. Vitezele de limită au avut valori cuprinse între 4500—5500 m/s în bazinul Ciucului superior, 4000—6000 m/s în bazinul Ciucului inferior și 5000—6000 m/s în bazinul Gheorgheni.

Harta cu izobate la limita fundament-sedimentar (fig.) prezintă următorul aspect : în bazinul Gheorgheni, în partea de NE, fundamentul se află la adâncimi mici (100—200 m) și coboară către SW, ajungînd la 800—1500 m în apropierea muntîilor vulcanici. La W Lazărea se remarcă o ridicare a fundamentului cristalin.

În centrul bazinului Gheorgheni se conturează o zonă depresionară (800—1000 m) cu valoarea maximă către SW. La Borzont adâncimea fundamentului este de 1500 m. S-a pus în evidență o zonă de accident tectonic, orientată NNW-SSE pe direcția localităților Joseni, Lăzarea, Remetea, Subcetate. Denivelarea blocurilor de fundamente de-a lungul acestei fâlci este de 50—160 m, compartimentul estic fiind cel scufundat. În bazinul Ciucului superior fundamentul cristalin se află la adâncimi cuprinse între 0—500 m. Se remarcă două zone de ridicare a fundamentului orientate N-S, despărțite de o zonă de adâncire.

#### Harta cu izobate la limita fundament-sedimentar :

1, calcare și dolomite cristaline; 2, sisturi cristaline; 3, Triasic; 4, Jurasic; 5, Berriassian-Valanginian-Hauterivian; 6, Barremian; 7, Aptian; 8, diorite, gabrouri alcaline, hornblendite; 9, sienite nefelinice; 10, granite alcaline, sienite alcaline; 11, andezite, complexe stratovulcanice; 12, aglomerate și tufuri andezitice.

#### Carte des isobathes à la limite soubassement-dépôts sédimentaires :

1, calcaires et dolomies cristallins; 2, schistes cristallins; 3, Trias; 4, Jurassique; 5, Berriassien-Valanginien-Hauterivien; 6, Barrémien; 7, Aptien-Albien; 8, diorites, gabrocks alcalins, granites alcalins, syénites alcalines; 11, andésites; 12, agglomérats et tufs andésitiques.



Zona de ridicare de la Racu-Siculeni, unde fundamentul apare la zi sub forma unor insule, prezintă o cădere accentuată a flancului său vestic, sugerând ideea existenței unei falii. Spre E, fundamentul prezintă o pantă descendantă lină către zona scufundată Mihăileni-W Miercurea Ciuc, apoi urcă din nou, pe direcția Frumoasa-Delnita-Miercurea Ciuc. Este pusă în evidență coborîrea fundamentului bazinului Ciucului superior către S, unde adîncimile sunt de 800 m. Între Miercurea Ciuc și Sîncrăieni fundamentul prezintă o cădere destul de rapidă pînă la 1450 m indicînd existența unei falii în dreptul localității Sîncrăieni.

În bazinul Ciucului inferior fundamentul cristalin se află la adîncimi cuprinse între 600—1450 m. Au fost puse în evidență două zone de ridicare a fundamentului și două zone depresionare. Ridicarea de pe direcția Sîntimbru-Sîncrăieni, cu lungime de 4 km. are flancurile puternic inclinate, iar cea de pe direcția Bancu-Sînmartin-Cetățuia este afectată de o fâlfie care compartimentează către W o zonă mai coborâtă. Zonele depresionare se dezvoltă la S de Sîncrăieni (adîncimi cuprinse între 1000—1300 m) pînă în apropierea localității Tușnad și la Cetățuia (adîncimi de 1400 m), care se prelungescă către N pe o distanță de 4—5 km.

Fâlfia din partea estică a bazinului, prezintă în zona Bancu o ramificație către NW-SE.

Forma alungită pe direcție N-S a zonelor de ridicare a fundamentului cristalin din acest bazin și situația lor în imediata vecinătate sudică a unor anticlinale ce țin de zona flișului cretacic, sugerează legătura posibilă dintre aceste forme structurale.

## BIBLIOGRAFIE

- Airinei St. (1963) Structura fundamentului hercinic al curburii Carpaților Orientali în lumina anomalieiilor cîmpurilor gravimetric și geomagnetic. Asoc. Geol. Carpato-Balc., VI, București.
- Băncilă I. (1958) Geologia Carpaților Orientali. Ed. St., București.
- Onicescu N. (1957) Geologia R.P.R. Ed. Tehn., București.
- Rădulescu D., Vasilescu A.I., Peltz S., Peltz Margareta (1964) Contribuții la cunoașterea structurii geologice a munților Harghita. An. Com. Geol., XXXIII, București.
- Săndulescu M. (1964) Stratetele de Sinaia și de Bistra dintre Răchitiș și Izvorul Ciobănașului (munții Ciucului). D. S. Com. Geol., V, 2, București.

LE SOUBASSEMENT CRISTALLIN DES BASSINS POST-TECTONIQUES  
QUI LONGENT LES COURS SUPÉRIEURS DE L'OLT ET DU MUREŞ  
PROSPÉCTÉ AU MOYEN DE LA MÉTHODE SISMIQUE  
DE RÉFRACTION

(Résumé)

Y sont présentés des résultats des prospections sismiques exécutées en 1963 et 1965 dans les bassins intramontagneux de Gheorgheni, Ciuc supérieur et Ciuc inférieur.

On a utilisé la méthode de la corrélation des ondes réfléchies pour déterminer la profondeur et le relief du soubassement de ces bassins.

On a pu séparer des ondes sismiques parvenues des limites appartenant à la couverture sédimentaire, caractérisées par les fréquences de 30—45 Hz et les vitesses apparentes de 1700—3500 m/s et l'onde correspondant à la limite soubassement-dépôts sédimentaires avec la fréquence de 20—25 Hz et la vitesse apparente de 4500—6000 m/s. Cette onde apparue dans le domaine des premières arrivées à 1—5 km du point de l'explosion, est poursuivable sur une distance de 8—10 km.

On y présente une carte des isobathes construites à la limite soubassement-dépôts sédimentaires. Dans le bassin de Gheorgheni le soubassement se trouve à des profondeurs allant de 100 à 1500 m, plongeant vers l'W et le S. On a mis en évidence une zone d'accident tectonique qui traverse la partie centrale du bassin, orientée NNW-SSE, dont le flanc oriental est affaissé. Dans le bassin du Ciuc supérieur, le soubassement, situé à des profondeurs allant de 0 à 500 m, présente deux soulèvements importants, orientés approximativement N-S, au voisinage des localités Racu-Siculeni et Frumoasa-Delnița-Miercurea Ciuc. Il plonge du N vers le S pour aboutir dans le bassin du Ciuc inférieur à des profondeurs allant de 600 à 1450 m. Sur le fond de ce plongement se dessinent deux soulèvements orientés N-S dans la zone de Sântimbru-Sâncrăieni et de Bancu-Sinmartin-Cetățuia. On a également mis en évidence des zones plus affaissées du soubassement, au S de Sâncrăieni et de Cetățuia et une zone de faille dans la partie orientale du bassin, dont le flanc occidental plonge de 50 à 160 m.



Institutul Geologic al României

CONSIDERAȚII ASUPRA UNDELOR ÎNREGISTRATE PRIN SEISMICA  
DE ÎNALTĂ FRECVENTĂ ÎN ZONA CU BAUXITĂ DE LA OHABA-  
PONOR ȘI ASUPRA DISTRIBUȚIEI DE VITEZE<sup>1</sup>

DE

SEVER SPĂNOCHE, PETRE CONSTANTINESCU, PAUL CRISTEA<sup>2</sup>

---

**Abstract**

Considerations on High Frequency Waves Recorded in the Ohaba-Ponor Bauxite-Bearing Zone. Velocity Distribution. The analysis of the peculiar features of seismic recordings within the Ohaba-Ponor Zone is presented. The manner according to which they were used for the establishment of the nature of waves is also shown. Some aspects related to the determination of the velocity distribution in this zone are developed, together with the results obtained by means of measurements on outcrops, in some mining works, as well as on samples (in laboratory).

---

Construirea unei aparaturi seismice de înaltă frecvență în cadrul Institutului de geofizică aplicată a făcut posibilă abordarea unei activități care a avut ca obiectiv stabilirea posibilităților seismometriei de a rezolva unele probleme geologice legate de acumulările de substanțe minerale solide. Primele lucrări de acest fel au fost executate în anii 1968 și 1969 în zona cu roci bauxitifere de la Ohaba-Ponor (munții Sebeșului) și a prilejuit obținerea primelor înregistrări seismice de înaltă frecvență de la noi din țară.

Întrucât rezolvarea problemei depinde esențial de descifrarea și interpretarea corectă a tabloului de unde obținut, s-a socotit oportună prezentarea particularităților înregistrărilor seismice din zona cercetată și descrierea modului în care acestea au fost folosite pentru stabilirea naturii undelor. Analiza efectuată prezintă interes, deopotrivă, documentar și metodologic.

---

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice a Institutului de geofizică aplicată din 19 martie 1970.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată, str. Izvor nr. 78, București.



În directă legătură cu stabilirea naturii undelor și de o covîrșitoare importanță în valorificarea înregistrărilor s-a dovedit a fi cunoașterea distribuției vitezelor. Ea condiționează corecta determinare a adâncimilor pînă la limitele de discontinuitate seismică și este esențială în interpretarea datelor de observație, mai ales în prezența unor contacte verticale. De aceea, în ultima parte a lucrării sînt dezvoltate unele aspecte interesante legate de determinarea distribuției vitezelor în zona Ohaba-Ponor.

*Condiții seismogeologice.* Pentru datele de ordin geologic s-a apelat la lucrările lui Still a<sup>3</sup> și Papiu<sup>4</sup>, din care s-a extras o coloană litologică generală, valabilă pentru zonele cercetate seismic din sectoarele Murgoi și Comarnic.

Peste un pachet gros de calcare urgoniene se află un complex rezidual reprezentat prin formațiuni bauxitifere, caolin și gresii roșii de vîrstă albiană. Deasupra acestora se situează, de regulă, gresii cenușii, cenomaniene. Cele mai recente formațiuni aparțin Cuaternarului și sînt dispuse în partea superioară a secțiunii geologice.

În zonele de afloriment al formațiunilor existente au fost executate măsurători pe baze scurte în vederea stabilirii vitezelor de propagare a undelor seismice. Rezultatele obținute au indicat valori de 1300—1400 m/s pentru gresia cenușie cenomaniană din zona Murgoi, 1650 m/s pentru gresia roșie, 2500 m/s pentru bauxită și peste 3500 m/s pentru calcare. Existenza în secțiunea geologică a unor limite care separă formațiuni cu viteze diferite, creează premise favorabile aplicării metodei seismice de refracție pentru urmărirea acestor limite, în particular a variantei de înaltă frecvență care este capabilă să separe unde provenite de la limite relativ apropiate una de cealaltă și situate la adâncime mică (Berzon, 1957).

Relieful, pe alocuri foarte accidentat, constituie o dificultate importantă în aplicarea seismometriei, în ce privește atât accesibilitatea lucrărilor cît și influența perturbatoare ce o are asupra timpilor de propagare.

*Sistemul de observație.* Lucrările seismice de teren au constat din înregistrări pe profile longitudinale, măsurători de viteze pe aflorimente și în lucrări miniere, precum și din măsurători ale vitezei medii prin seismocarotaje directe și inverse, executate în puțuri. Profilele au avut în general lungimea de 200—300 m, cu puncte de explozie situate la

<sup>3</sup> A.I. Still a. Prospecțiuni geologice pentru bauxită în partea de SW a munților Sebeș. 1966. Arh. I.G.P., București.

<sup>4</sup> V. Corvin Papiu. Studiul mineralologic și geochemical al bauxitelor din Hațeg. 1969. Arh. Inst. Geol., București.

100—200 m și cu zone de suprapunere a hodografilor urmăritoare de 50—100 m.

**Undele înregistrate și natura lor.** Pe seismograme au putut fi separate mai multe unde ale căror caracter vor fi descrise în cele ce urmează. În figurile 1—3 sunt prezentate unele seismograme ilustrative.

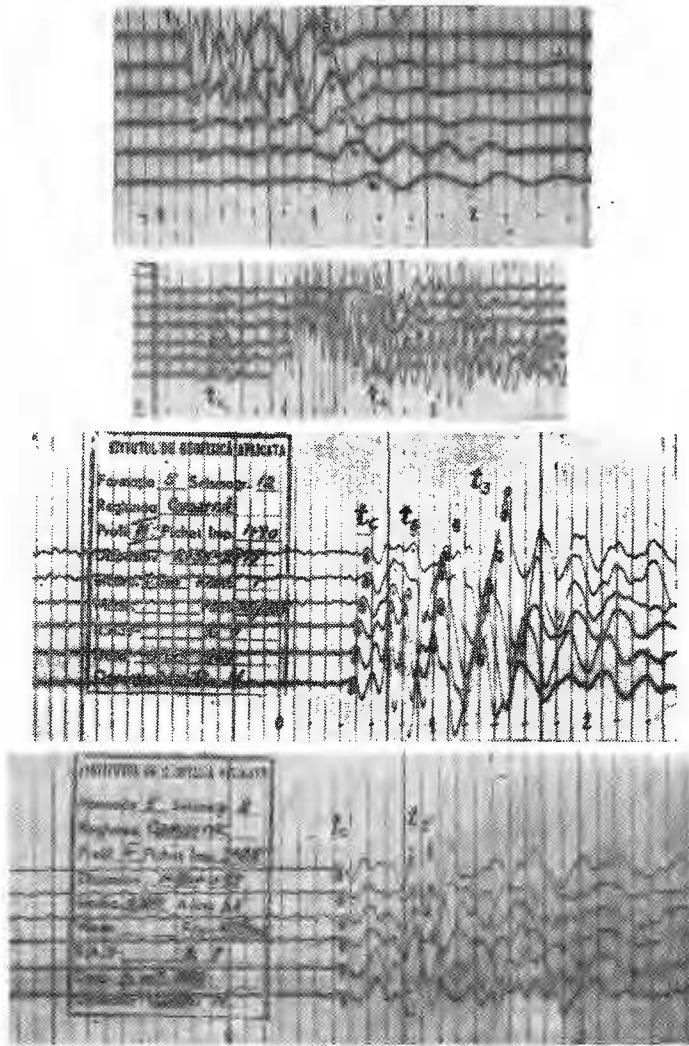


Fig. 1. — Seismograme din zona Comarnic în care se urmăresc undele:  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$  și  $t_c$ .

Séismogrammes dans la zone de Comarnic où sont visibles les ondes :  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$  et  $t_c$ .

Unda  $t_0$ , cu viteza de 330—340 m/s reprezintă unda de aer și este caracterizată printr-o frecvență înaltă și o durată mare a oscilațiilor.

Unda  $t_1$  (fig. 1, 2, 3) se urmărește în imediata apropiere a punctelor de explozie, pe distanțe pînă la cca 50 m, are un hodograf liniar și o viteză aparentă de 600—1200 m/s, uneori mai mare în cazurile cînd

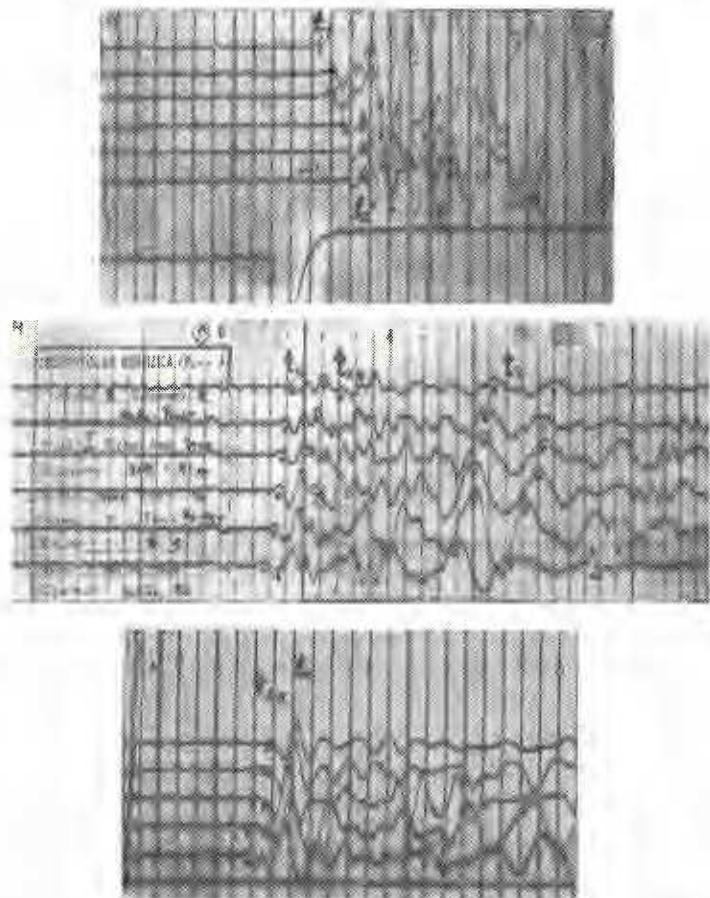


Fig. 2. — Seismograme din zona Murgoi în care se urmăresc undele:  $t_1$ ,  $t_{2B}$ ,  $t_3$ ,  $t_c$ .

Séismogrammes dans la zone de Murgoi où sont visibles les ondes :  $t_1$ ,  $t_{2B}$ ,  $t_3$ ,  $t_c$

exploziile s-au produs mai în adâncime. Ea reprezintă unda directă prin formațiunile superficiale.

Unda  $t_2$  (fig. 2, 3) are o viteză aparentă de 2000—2500 m/s, o frecvență de 120 Hz și a fost identificată și urmărită în prime sosiri (uneori

și în sosiri ulterioare) pe distanțe relativ scurte. Ea a fost interpretată ca undă frontală corespunzătoare unor limite situate deasupra suprafeței calcarelor, printre care și acoperișul formațiunii bauxitifere. Diferențierea, în cadrul acestui tip de undă, a oscilațiilor provenite de la suprafața bauxitei de cele corespunzătoare unor orizonturi din complexul gre-

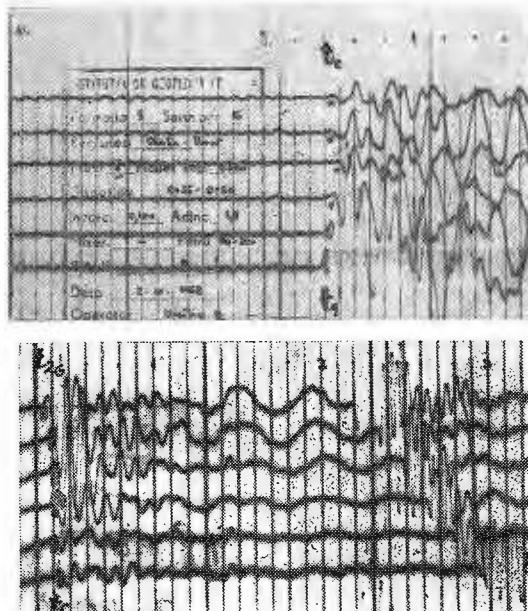


Fig. 3. — Seismograme din zona Ohaba-Ponor, care evidențiază schimbări de unde prin modificarea vitezei aparente și a amplitudinii.  
Séismogrammes dans la zone d'Ohaba-Ponor qui révèlent des changements d'ondes par la modification de la vitesse apparente et de l'amplitude.

siilor a putut fi făcută numai pe baza analizei formei de înscrriere a undelor.

Unda  $t_3$  (fig. 1, 2) înregistrată doar în sosiri ulterioare, are o viteză aparentă de 700—1000 m/s și o frecvență relativ joasă (30—40 Hz), deși înregistrările au fost realizate în intervalul de frecvență 107—205 Hz. Unda  $t_3$  posedă o intensitate relativ mare, dar și o atenuare pronunțată ( $\alpha_{ef.} = 0,072 \text{ } 1/\text{m}$ ). Vitezele aparente ce o caracterizează, precum și toate celelalte caracteristici conduc la concluzia că ea reprezintă o undă de suprafață. Într-adevăr, pentru  $V/V_p = 0,6$ ,  $V/V_s = 0,9$  (Prosp. geofiz.

zice vol. II, pag. 252) și  $V_p = 1200\text{--}2000 \text{ m/s}$  rezultă  $V_r = 700\text{--}1000 \text{ m/s}$ , deci un domeniu de viteze suprapus celui al undei  $t_3$ .

În apropierea punctelor de explozie ea are un efect perturbator, întrucât se suprapune domeniului de înregistrare a undelor refractate de înaltă frecvență pe care le maschează. La distanțe mai mari intensitatea undei  $t_3$  scade și pot fi descifrate interferențele cu undele refractate. Apoi, pe măsura creșterii timpilor de sosire a undei  $t_3$ , domeniul ei de înregistrare se separă de cel al undelor utile și astfel începează să mai constituie un element perturbator.

Unda  $t_4$  (fig. 1) apare sporadic pe seismograme și prezintă unele caractere cu totul deosebite: viteza aparentă negativă și creșterea amplitudinii pe măsura depărtării de punctul de explozie. Ea a fost corelată pe distanțe mici și s-a interpretat ca undă refractată-reflectată formată în prezența unor limite verticale (E n e s c u, C o r n e a, 1967). Prezența acestei unde pe seismograme, corelată cu particularitățile tabloului de unde, constituie un criteriu de evidențiere a unor contacte verticale.

Unda  $t_e$  (fig. 1, 2, 3) identificată și urmărită pe toate profilele executate, are viteza aparentă cea mai mare (3000–6000 m/s) și frecvența predominantă de 105 Hz. Ea a fost interpretată ca undă frontală de la limita calcare-formațiuni acoperitoare și s-a urmărit mai ales în primele sosiri, la distanțe de 20–200 m de punctul de explozie. Unda  $t_e$  este însoțită frecvent de fenomene de interferență în legătură, desigur, cu forma puțin netedă a limitei refractatoare. Corelarea undei  $t_e$  în întreaga zonă prospectată face posibilă determinarea reliefului și a adâncimii suprafeței formațiunilor calcaroase, ceea ce are, evident, o importanță esențială deoarece depozitele bauxitifere sunt cantonate mai ales în forme negative ale palocarstului. În consecință, sistemul de observație preconizat a avut în vedere îndeosebi urmărirea undei  $t_e$ .

Unda  $t_5$  (fig. 1) a fost înregistrată în sectorul Comarnic pe un singur profil, în sosiri ulterioare. Paralelismul între hodograful acestei unde și cel al undei  $t_e$  conduce la interpretarea undei  $t_5$  ca multiplă a undei  $t_e$ , de tip reflectată-refractată. Ea s-a format probabil pe seama limitei nete dintre rocile carbonatate și depunerile superioare terigene. Calculind drumul suplimentar pe care-l parcurge unda  $t_5$  față de  $t_e$  se obține o diferență de timp de 25–30 ms, comparabilă cu cea observată pe seismograme.

*Caracteristicile dinamice ale undelor înregistrate.* De o deosebită importanță în identificarea undelor s-a dovedit a fi studiul caracteristicilor dinamice ale acestora, îndeosebi a formei predominante a undei și a variației coeficienților de absorbție în funcție de distanță.

Pentru stabilirea formei predominante a impulsului s-au luat în considerație raportul amplitudinilor diferitelor faze, raportul perioadelor și numărul de maxime și minime (Berzon, 1962).

Rezultatele obținute cu privire la forma predominantă a undelor seismice înregistrate sunt prezentate în figura 4. Unda frontală  $t_c$  are o frecvență de 105 Hz și patru maxime, cele centrale cu amplitudini mai mari. Unda  $t_3$  are frecvența de 30 Hz și numai două maxime.

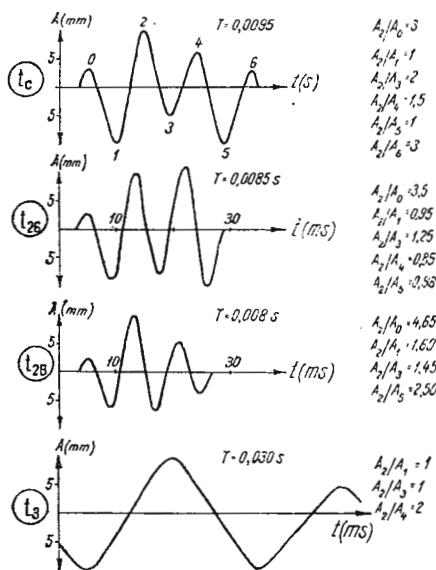


Fig. 4. — Forma predominantă a undelor înregistrate:  
 $t_c$ ,  $t_{2G}$ ,  $t_{2B}$ ,  $t_3$  undele analizate;  $A_i/A_j$ , raportul amplitudinii diferitelor extreame ale impulsului; T, perioada impulsului.  
 Forme prédominante des ondes enregistrées :

$t_c$ ,  $t_{2G}$ ,  $t_{2B}$ ,  $t_3$ , ondes analysées;  $A_i/A_j$ , rapport de l'amplitude des différentes extrêmes de l'impulsion; T, période de l'impulsion.

Deosebit de utilă s-a dovedit studierea formei în cazul undei  $t_2$ , întrucât numai pe baza caracteristicilor cinematice ale acesteia nu s-a putut face o diferențiere între unda frontală provenită de la suprafața bauxitei și cea corespunzătoare gresiei cenușii, cenomaniene. După cum se poate remarcă în figura 4 unda  $t_{2G}$  (de la gresie) are o frecvență de 120 Hz și prezintă două maxime centrale intense și aproximativ egale, pe cind unda  $t_{2B}$  are o frecvență de 125 Hz și numai un singur maxim intens. De menționat că studiul formei undei  $t_2$  s-a efectuat în zone în care natura undelor este cunoscută fără echivoc, prin comparare cu secțiunea geologică stabilită prin foraje. Asocierea formei de înregistrare a undei  $t_2$  cu una din formele sintetice prezentate în figura 4, oferă posibilitatea stabilirii formațiunii geologice corespondente, în acele zone în care numai considerațiile cinematice sunt ineficiente.

Studiul variației cu distanța a amplitudinii reprezintă un alt mijloc de identificare a naturii undelor, care s-a dovedit util în lucrările de interpretare. Într-adevăr, indicele de divergență „ $n$ “ și coeficientul de absorbție „ $\alpha$ “, mărimi ce caracterizează mediul prin care se propagă undele, pot fi deduse din aceste variații.

Astfel, din graficele de amplitudine a doi hodografi următori se poate determina indicele „ $n$ “ cu ajutorul relației :

$$\ln \frac{A_1}{A_2} = -n \ln \frac{x}{x+b} + C \quad (1)$$

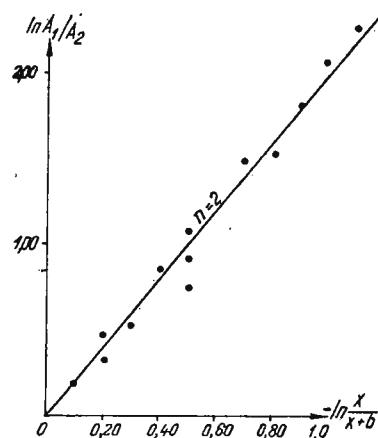
în care  $A_1$  și  $A_2$  sunt amplitudinile undei de pe hodografii următori într-un anumit punct  $x$  de pe profil, iar  $b$  distanța dintre punctele de explozie din care s-au obținut hodografii următori (Berzon, 1962).

Pentru unda  $t_c$  s-a determinat (fig. 5) un indice de divergență egal cu 2, valoare ce caracterizează unde de frecvență înaltă provenite de la strate de grosimi mari.

Fig. 5. — Graficul indicelui divergenței  $n$ :

$A_1/A_2$ , raportul de amplitudine la distanța  $x$  determinat pe înregistrările următoare;  $b$ , distanța dintre punctele de explozie.

Graphique de l'indice de la divergence  $n$ :  
 $A_1/A_2$ , rapport d'amplitude à une distance  $x$  déterminé pour les enregistrements obtenus dans différents points de lecture se rapportant à la même limite;  $b$ , distance entre les points d'explosion.



Felul în care graficele de amplitudine evidențiază schimbările de undă prin schimbări importante de pantă, este ilustrat în figura 6. În aceeași figură se constată creșterea amplitudinii undei  $t_4$  cu distanța față de punctul de explozie, precum și rapida amortizare a undelor refractate-reflectate ( $t_4$ ).

În figura 7 sunt prezentate histograme ale coeficienților de absorbție efectivi, calculați pe baza graficelor de amplitudine. După cum se poate remarcă, undele frontale corespunzătoare gresiei și bauxitei nu se separă

pe baza coeficientului de absorbție efectiv ; separarea este posibilă numai pentru undele  $t_2$  și  $t_c$ .

Un alt parametru care caracterizează mai bine atenuarea undelor frontale, întrucât ține seama de influența divergenței frontului de undă,

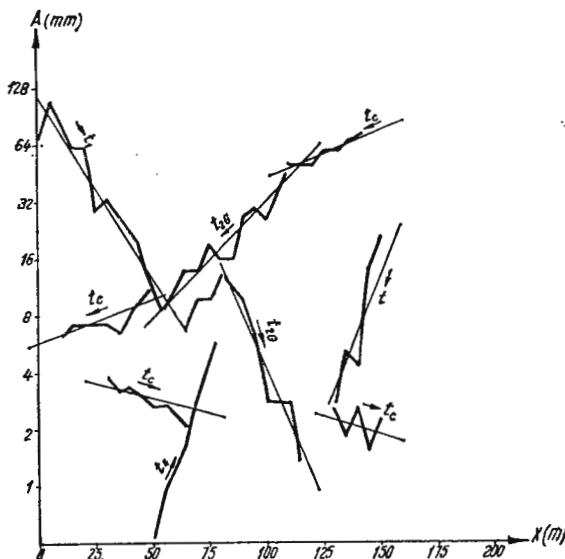


Fig. 6. — Grafic de amplitudine pe profilul II Comarnic.  
Graphique d'amplitude le long de la coupe II Comarnic.

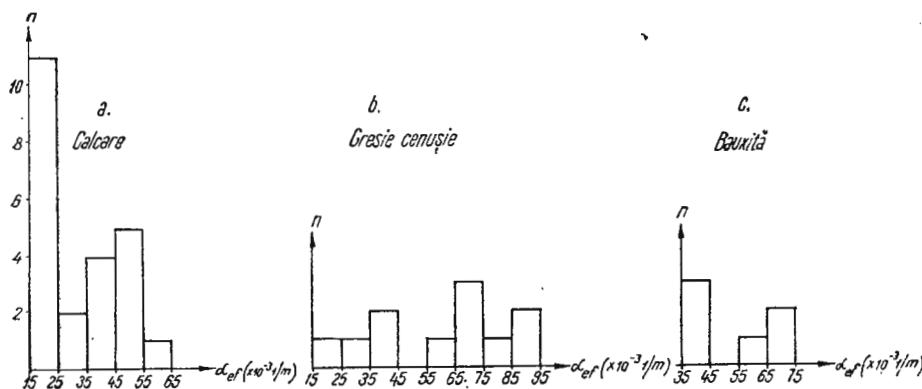


Fig. 7. — Histogramme des coefficients d'absorption :  
a, calcaires; b, grès sombre; c, bauxite.  
Hystogrammes des coefficients d'absorption :  
a, calcaires; b, grès sombre; c, bauxite.

este coeficientul de absorbție de limită „ $\alpha_L$ “. Prin procedeul de calcul se elimină efectul absorbant al mediului de deasupra limitei, astfel că parametrul „ $\alpha_L$ “ capătă o semnificație fizică bine definită.

Procedeul de stabilire a valorilor „ $\alpha_L$ “ (Berzon, 1962) constă, așa cum este prezentat în figura 8 în construirea unor grafice ale mărimii  $\psi = \ln x + \ln A$  în funcție de distanță pentru ambele sensuri de

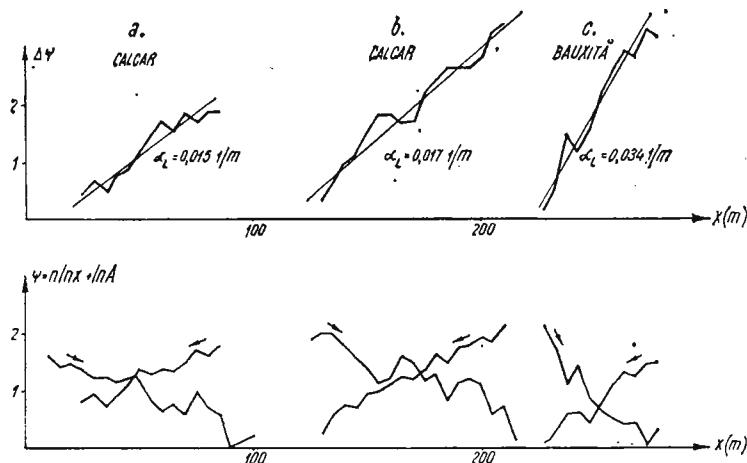


Fig. 8. — Grafice de amplitudine pentru determinarea coeficientului de absorbție  $\alpha_L$ :  
a, b, calcar; c, bauxită.

Graphiques d'amplitudes pour déterminer le coefficient d'absorption  $\alpha_L$ :  
a, b, calcaires; c, bauxite.

Înregistrare și din realizarea ulterioară a graficelor diferențiale  $\Delta\psi = f(x)$ . Pe baza acestora se determină valorile „ $\alpha_L$ “ conform relației :

$$\alpha_L = \frac{\Delta \psi}{2 \Delta x} = \frac{\Delta (\overset{\rightarrow}{\psi} - \overset{\leftarrow}{\psi})}{2 \Delta x} \quad (2)$$

Diferența importantă dintre valorile obținute pentru unda  $t_c$  ( $\alpha_L = 0,015 - 0,017 \text{ l/m}$ ) și pentru unda  $t_{2B}$  ( $\alpha_L = 0,034 \text{ l/m}$ ) demonstrează că studiul comparativ al parametrului „ $\alpha_L$ “ poate fi de un real folos în stabilirea naturii undelor înregistrate.

**Determinarea distribuției de viteze.** Pentru studiul vitezelor de propagare a undelor în mediile geologice din zona studiată au fost efectuate măsurători parametrice de viteze pe aflorimente și pe probe (în laborator) și seismocarotaje în lucrările miniere existente. Rezultatele sunt prezentate în tabelele 1 și 2.

TABEL NR. 1

TIPUL FORMAȚIUNII	NR. PROBEI	L(cm)	t(μs)	V(m/s)
GRESIE CENUSIE	1	8,3	34	2450
	2 I stratif.	11	70	1580
	II stratif.	11,6	42,5	2440
	3 I stratif.	8,8	100	880
	II stratif.	10	50	2000
	4	12,8	29	2600
GRESIE ROSIE	5	10,2	41,5	2450
	1	7,8	49	1550
	2	7,9	92	880
	3	8	50	1600
		11,2	74	1520
		15,6	102	1540
BAUXITA	1	4,6	22	1900
		97	32	3000
	2	6,0	28	2130
	3	4,7	22	2130
	4	7,1	32	2200
CALCAR	1	6,9	16	4300
		7,0	16,5	4250
		8,4	19	4400
	2	13,2	30	4400
	3	24	48	5050

TABEL NR. 2

FORMAȚIUNEA	VITEZA REZULTATĂ DIN		
	DETERMINĂRI PE AFLORIM.	SEISMOCAROTAJE	DETERMINĂRI ÎN LABORATOR
CALCAR (fisurat)	3300 m/s (2500)	—	4300 - 5000 m/s
BAUXITA (sterză)	2500 (800 - 1400)	—	2100
GRESIE CENUSIE MURGOSI	1300 - 1400	—	—
GRESIE CENUSIE CONARNIC	—	2200 - 2600	2400 - 2600
GRESIE ROSIE	1650	1570 - 1610	1550



Condițiile locale au permis și executarea unor măsurători seismice între două puțuri vecine. Explorările au fost produse în puțul 324 A la nivelurile de -15 m și -25 m, iar geofoanele au fost fixate în poziție orizontală și verticală, în puțul 377 (fig. 9). Timpii de sosire a undelor sunt mai mari pentru pozițiile mai elevate ale receptoarelor; se remarcă totodată că, pentru același geofon, acești timpi sunt cu atât mai mari cu cît punctul de generare este situat la un nivel superior. Aceste observații

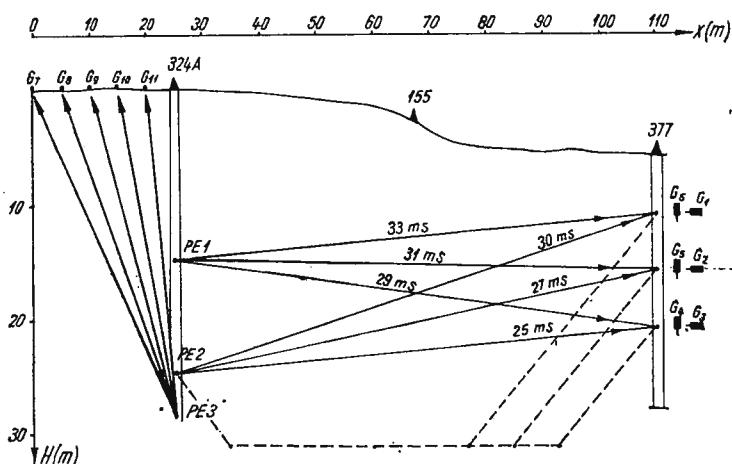


Fig. 9. — Schița dispozitivului de înregistrări și a punctelor de explozie :

324A, 377, lucrări miniere; PE, punct de explozie;  $G_i$ , poziția geofoanelor;  
— — —, drumul undei refractate.

Esquisse du dispositif d'enregistrement et des points d'explosion :  
324A, 377, travaux miniers; PE, point d'explosion;  $G_i$ , position des sismomètres;  
— — —, trajet de l'onde réfractée.

conduc la concluzia că în prime sosiri s-a înregistrat undă frontală formată pe o limită inferioară celor investigate prin lucrările miniere. Admitând că această limită refractatoare este suprafața calcarelor și considerind valoarea vitezei în calcare de 4200 m/s, iar viteza medie prin orizonturile acoperitoare de 1800 m/s, s-a dedus viteza de propagare a undei prin gresia cenușie. Cu ajutorul valorilor de timp ale perechilor de geofoane  $G_4$ ,  $G_3$  și  $G_2$ ,  $G_5$ , care se găsesc plantate pe gresia cenușie la distanța  $\Delta h$  cunoscută, se poate calcula viteza cu relația

$$V = \frac{\Delta h \cos i}{\Delta t} \quad (3)$$

în care  $\Delta t$  este diferența timpilor de sosire a undei la cele două niveluri. S-a obținut valoarea de 2200 m/s, apropiată de cea obținută prin seismocarotajul direct executat în puțul 324 A (2600 m/s).

Au fost executate și măsurători de viteze pe probe de roci, în laborator, cu ajutorul elastometrului UEM-4. Rezultatele acestor măsurători pentru probe recoltate din sectorul Comarnic sunt prezentate în tabelul nr. 1. Cele mai mari valori aparțin calcarelor (4500 m/s), bauxita și gresia cenușie sunt caracterizate prin viteze asemănătoare de propagare a undelor (2200—2500 m/s), iar prin gresia roșie viteza este de numai 1550 m/s. Vitezele măsurate perpendicular pe stratificăție au valori mai mici (1000—1600 m/s) decât paralel cu stratificăția (2000—2500 m/s).

Din sinteza rezultatelor obținute pentru vitezele de propagare a undelor prin diferite formațiuni, prezentată în tabelul nr. 2, se vede că valorile cele mai mari, cuprinse între 3300—4500 m/s, aparțin calcarelor ; bauxita și gresiile cenușii sunt caracterizate de viteze cuprinse între 2000—2500 m/s, iar cele mai mici valori (1550—1650 m/s) sunt ale gresiei roșii albiene.

Construirea limitelor seismice prin metoda cîmpului de izocrone a prilejuit calcularea vitezelor de limită corespunzătoare suprafețelor refractatoare. Folosind o bază de determinare relativ mică ( $\Delta t = 0,002$  s) s-au obținut pentru calcar viteze ce ocupă domenii foarte largi : 2500—6000 m/s în zona Comarnic și 2000—5000 m/s în zona Murgoi. Presupunem că valorile mici de viteză sunt legate de zonele în care calcarul este fisurat. Pentru gresiile cenușii și bauxită s-au determinat viteze de limită cuprinse între 2000—2500 m/s. În scopul stabilirii valorilor predominante ale acestor viteze s-au construit grafice (fig. 10, 11) funcție de numărul de determinări corespunzătoare intervalului de viteză de limită ales (din 500 în 500 m/s). Se constată că pentru limita calcar/formațiuni acoperitoare valorile predominante sunt de 4200 m/s în zona Comarnic și 3250 m/s în zona Murgoi ; pentru limita superioară a formațiunii bauxitifere și a gresiilor galbene aceste valori sunt de 2300 m/s pentru zona Comarnic și de 2200 m/s pentru zona Murgoi.

**Concluzii.** Cercetările efectuate în zona Ohaba-Ponor prin varianta de înaltă frecvență a metodei seismice, au permis evidențierea unor unde provenite de la limite geologice situate la mică adâncime, a căror urmărire prezintă interes pentru prognoza acumulărilor de bauxită. Cel mai sigur s-a urmărit unda frontală corespunzătoare limitei calcar/formațiuni acoperitoare ; uneori s-au identificat și unde de la limite superioare acesteia.

Separarea, corelarea și stabilirea naturii undelor s-a făcut pe baza criteriilor cinematicice și dinamice. Esențial în stabilirea schimbărilor de unde a fost studiul formei de inscriere; acest studiu a permis o bună separare a impulsurilor în cazurile în care s-a dovedit ineficientă numai analiza caracterelor cinematicice.

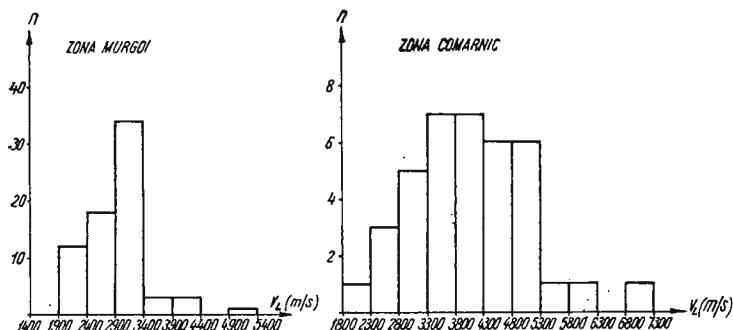


Fig. 10. — Histograme pentru viteza de limită a undei  $t_e$ .  
Histogrammes de la vitesse limite de l'onde  $t_e$ .

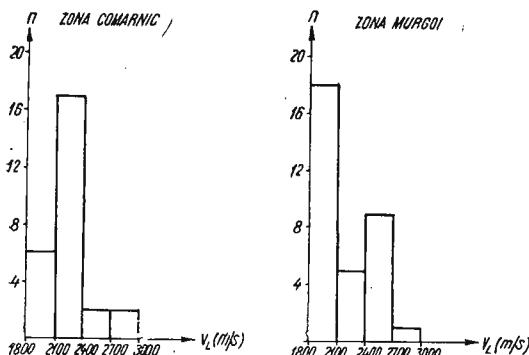


Fig. 11. — Histograme pentru viteza de limită a undei  $t_2$ .  
Histogrammes de la vitesse limite de l'onde  $t_2$ .

Pentru cunoașterea cît mai amănunțită a distribuției vitezelor în zona studiată, s-au efectuat măsurători de viteză „in situ“ pe aflorimente, în lucrări miniere și în laborator, pe probe culese din puțuri. Determinările de viteză au evidențiat contraste între formațiunile din zonă, dar și o împrăștiere relativ mare a valorilor în funcție de loc, adîncime și grad de alterație.

## BIBLIOGRAFIE

- Berzon I. S. (1957) Visokociastotnaia seismika. Izd. A. N. SSSR, Moskva.
- (1962) Dinamiceskie harakteristiki seismiceskih voln v realnih sredah. Izd. A. N. SSSR, Moskva.
- Enescu D., Cornea I. (1967) Unde refractate-reflectate înregistrate prin metoda seismică de reflexie în Platforma Moesică. *St. cerc. geol. geofiz. geogr. ser. geofiz.*, 5, 1, Bucureşti.
- \* \* \* (1965) Prospecţiuni geofizice. II. Ed. Tehn., Bucureşti.

## CONSIDÉRATIONS SUR LES ONDES ENREGISTRÉES AU MOYEN DE LA SÉISMIQUE DE HAUTE FRÉQUENCE DANS LA ZONE À BAUXITE D'OHABA-PONOR ET SUR LA DISTRIBUTION DE VITESSES

(Résumé)

L'ouvrage présente les particularités des enregistrements obtenus à l'occasion de l'expérimentation de la méthode séismique de haute fréquence dans la zone à bauxite d'Ohaba-Ponor. On y décrit ensuite la manière dont on a utilisé ces particularités pour établir la nature des ondes.

Le caractère géologique majeur de la région est donné par le paléokarst urgonien, qui est surmonté par un complexe résiduel constitué de formations bauxitifères, kaolin et grès rouges d'âge albien. Suivent des grès sombres cénonmaniens et des formations revenant au Quaternaire.

Les travaux effectués en terrain consistent en des enregistrements séismiques le long des profils longitudinaux, des mesurages de vitesse à même des affleurements ou des travaux miniers, et des mesurages de vitesse moyenne au moyen de séismo-carottages directs ou inverses exécutés dans des puits.

Les données obtenues révèlent quelques types d'ondes séismiques dont : l'onde directe ( $t_1$ ), l'onde frontale ( $t_2$ ) correspondant à certaines limites situées au-dessus du relief des calcaires, et l'onde frontale ( $t_c$ ) qui glisse sur la surface du paléokarst, constituent les éléments utiles pour construire la coupe séismique.

Pour identifier les ondes séismiques on a accordé une importance tout à fait particulière à leur dynamique, surtout à la forme prédominante de l'onde, et à la variation des coefficients d'absorption en fonction de la distance. L'étude de la manière dont s'inscrit l'onde  $t_2$  a conduit à la différenciation de l'onde frontale qui glisse sur la surface de la bauxite de celle correspondant au grès sombre cénonmanien. Les valeurs des coefficients d'absorption effectifs et ceux de limite indiquent la possibilité de séparer l'onde  $t_2$  et l'onde  $t_c$  à partir de leur comportement dynamique.



La synthèse des résultats obtenus en ce qui concerne la vitesse de propagation des ondes à travers différentes formations révèlent que les plus grandes valeurs comprises entre 3300—4500 m/s reviennent aux calcaires, la bauxite et le grès sombre se caractérisent par des vitesses comprises entre 2000—2500 m/s, les moindres valeurs de 1550—1650 m/s correspondant aux grès rouges albiens.

Les données ci-dessus nous portent à conclure que la méthode séismique de haute fréquence peut être appliquée pour tracer les contours des zones de perspective en ce qui concerne la bauxite dans les conditions géologiques d'Ohaba-Ponor.



STUDII PRIVIND REALIZAREA UNEI STAȚII SEISMICE  
CU ȘASE CANALE PENTRU PROSPECTAREA ADÎNCIMILOR MICI<sup>1</sup>

DE  
ION CINDEA<sup>2</sup>

**Abstract**

Studies Related to the Achievement of a Six Channel Refraction Seismic Equipment for Shallow Prospecting. The IGA-SS-6 prototype seismic equipment is described. This 6 channel refraction equipment with records on photo-paper is able to select the high frequency components from the spectrum of the seismic signal, thus leading to an increase of the resolution strength. It is indicated in the study of shallow thin layers.

Prospecțiunea geofizică a stratelor situate la adâncimi mici se impune ca o necesitate de importanță economică imediată atât în zonele în care urmează a se executa construcții hidrotehnice, drumuri, căi ferate, cit și în zonele în care există posibilitatea conturării unor structuri cu conținut de minerale utile. Una din metodele geofizice destinate acestui scop este seismica de înaltă frecvență. Cu această metodă se studiază proprietățile fizice ale rocilor in situ, se determină relieful și litologia stratelor subțiri situate la mică adâncime, punîndu-se în evidență structuri geologice, de care pot fi legate acumulări de substanțe minerale solide ca : bauxită, fier, nichel etc.

Aparatura seismică de serie, construită pentru prospectarea adâncimilor mari, nu se pretează cu destulă eficiență la detectarea stratelor subțiri la mică adâncime, deoarece în acest caz se cere o putere de rezoluție mult sporită.

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 11 febr. 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Intreprinderea geologică de prospecțiuni. Cal. Griviței nr. 64. București.



Pentru determinarea limitelor de separație a stratelor subțiri se impune ca durata impulsurilor seismice obținute de la aceste limite să fie cât mai scurtă, în scopul evitării interferenței undelor sosite de la două limite vecine. Acest lucru duce la necesitatea folosirii unei apăraturi capabile să selecteze componentele de frecvență mai înaltă din spectrul semnalului seismic (100—500 Hz). Impulsul seismic, generat de

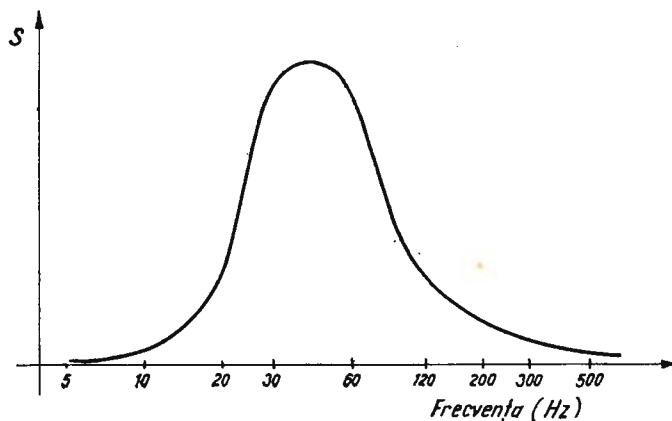


Fig. 1. — Spectrul semnalului seismic.  
Spectre du signal sismique.

surse explosive sau de altă natură, cum ar fi șocurile mecanice, are un spectru de frecvențe  $S$  care se întinde de la cîțiva Hz pînă la sute de Hz, majoritatea energiei fiind conținută în componentele cuprinse între 20 Hz și 120 Hz, maximul situîndu-se între 30 și 60 Hz, aşa cum se vede în figura 1.

Să considerăm pentru simplificare cazul cînd avem un impuls seismic scurt, puternic amortizat, a cărui durată  $\tau$  este egală cu o singură semiperioadă  $T$  (fig. 2).

Fie  $V$  viteza de propagare a undelor seismice într-un strat și  $\Delta H$  grosimea acestui strat. Culcușul și acoperișul stratului pot fi puse în evidență numai dacă :

$$\Delta H \geqslant \frac{\tau \cdot V}{2} \quad (1)$$

Aplicînd relația (1) pentru roci sedimentare în care considerăm o viteză de propagare  $V = 3000$  m/s rezultă că, pentru a pune în evidență

două limite vecine situate la o distanță mai mică de 10 m, impulsul seismic trebuie să conțină numai componente cu frecvență :

$$f = \frac{1}{T} \geq 150 \text{ Hz}$$

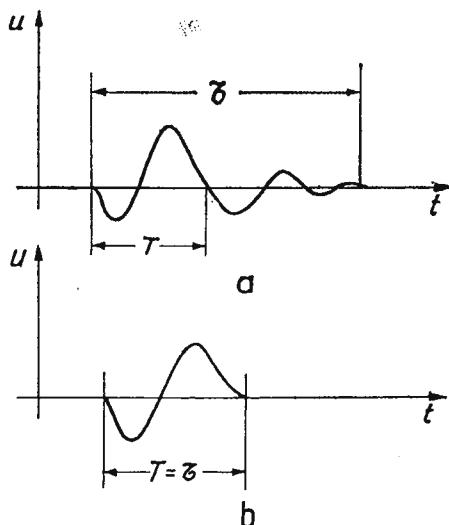


Fig. 2. — Impulsuri seismice.  
Impulsions sismiques.

Din exemplul de mai sus se vede că aparatura seismică destinată prospectării stratelor subțiri trebuie să îndeplinească două condiții esențiale :

- a) Să fie capabilă să favorizeze componentele de frecvență înaltă din spectrul semnalului seismic, și
- b) Să fie puternic amortizată pentru ca oscilațiile reprezentând sosirile seismice să aibă o durată cît mai mică.

În plus, aparatura trebuie să fie portabilă pentru a putea fi folosită în zone muntoase, greu accesibile.

Avînd în vedere utilitatea unei astfel de aparaturi, în cadrul secției de cercetare pentru aparatură geofizică din Institutul de geofizică aplicată s-a proiectat și realizat prototipul IGA-SS-6, al unei stații seismice de refracție cu 6 canale destinată prospectării stratelor subțiri din zonele montane.

Pentru a fi portabilă, stația este concepută constructiv din trei unități, fiecare unitate putând fi transportată de o singură persoană.

Schema bloc a stației este arătată în figura 3.

În realizarea schemei stației s-au folosit circuite cu tuburi electronice și semiconductori.

Unitatea de amplificare și control UAC-2-6-1 conține 6 amplificatoare seismice AS-1 pentru lucru, un amplificator seismic AS-1 de rezervă, panoul de comandă și control PCC-1 și panoul de reglaj PR-1.

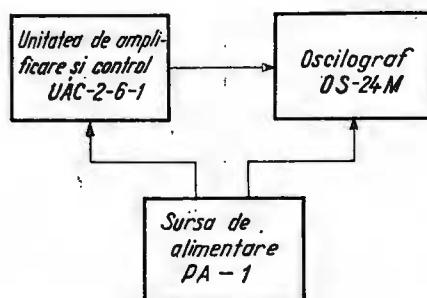


Fig. 3. — Schema bloc a stației seismice  
IGA-SS-6.

Schéma bloc du laboratoire sismique IGA-SS-6.

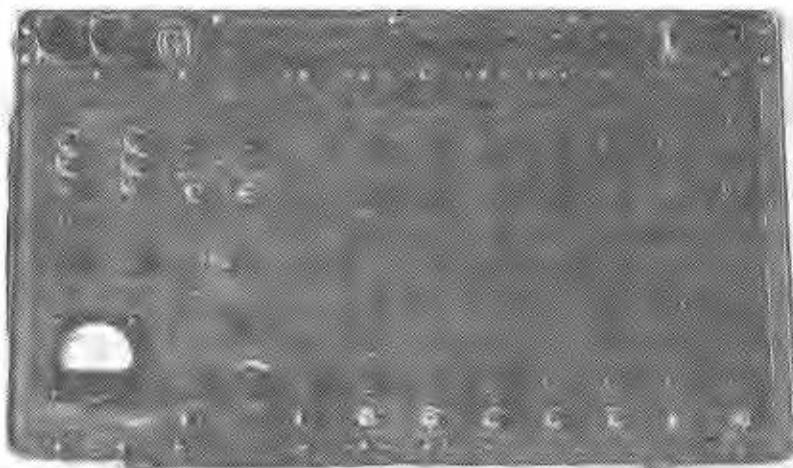


Fig. 4. — Unitatea de amplificare și control UAC-2-6-1.  
Unité d'amplification et de contrôle UAC-2-6-1.

În figura 4 este arătat aspectul exterior al unității de amplificare și control UAC-2-6-1.

Amplificatoarele seismice AS-1 sunt realizate cu tuburi electronice, amplificarea este liniară fiind prevăzută posibilitatea calibrării ei la valoarea dorită.

În figura 5 este dată schema bloc a amplificatorului AS-1.

La intrare poate fi cuplat orice tip de geofon folosit în prospecțiunea seismică, dar sunt de preferat geofoane cu frecvență proprie ridicată ( $\geq 30$  Hz).

Legătura geofonului la intrarea amplificatorului se realizează prin intermediul transformatorului de intrare.

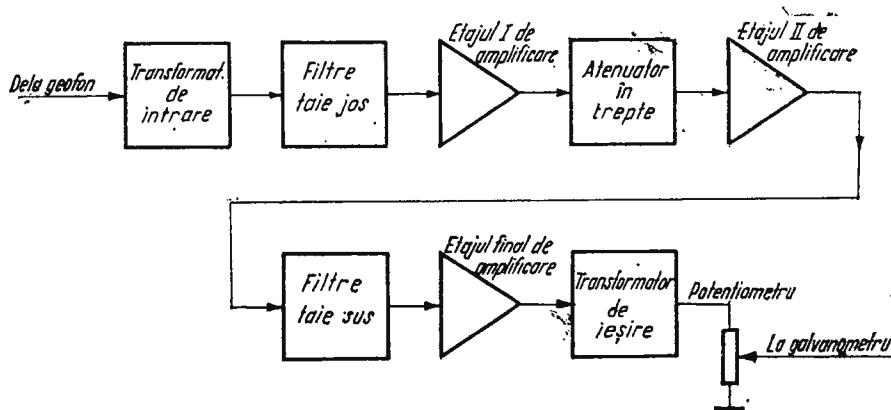


Fig. 5. — Schema bloc a amplificatorului AS-1.

Schéma bloc de l'amplificateur sismique AS-1.

Transformatorul de intrare are ambele borne ale înfășurării primare izolate de șasiul aparaturii, pentru a se putea realiza legătura independentă a fiecărui geofon la stație, în scopul eliminării posibilității apariției influențelor între canale. Din transformatorul de intrare se intră în blocul filtrelor taie jos, iar apoi în primul etaj de amplificare. La ieșirea din primul etaj este prevăzut un atenuator rezistiv în trepte pentru alegerea amplificării dorite. După atenuator urmează al doilea etaj de amplificare din care se trece în blocul filtrelor taie sus și apoi în etajul final de amplificare care se cuplă cu galvanometrul prin intermediul unui transformator de ieșire, al cărui rol este de a realiza adaptarea necesară. Pentru a alege amplitudinea dorită de înregistrare, între transformatorul de ieșire și galvanometru este prevăzut un potențiometru de reglaj. În planșă este dată schema electrică de principiu a amplificatorului seismic AS-1.

Cele trei etaje de amplificare realizate cu tuburi electronice, sunt de tipul RC. Punctul static de funcționare pentru fiecare tub s-a ales astfel ca tuburile să nu distorsioneze semnalele seismice la trecerea prin amplificator, pentru a se obține o înregistrare cât mai fidelă. Primul tub

este negativat automat prin grupul de negativare  $R_6$ ,  $C_{15}$ , iar celelalte două prin divizorul  $R_{23}$ ,  $R_{24}$ ,  $R_{25}$  de la sursa de curent continuu de 6 V, folosită pentru alimentarea filamentelor. Tensiunea de alimentare anodică este de 120 V și se obține de la un stabilizator electric. Fiecare etaj are o decuplare individuală prin grupurile  $R_4$ ,  $C_{14}$ ;  $R_{18}$ ,  $C_{17}$  și  $R_{21}$ ,  $C_{27}$  pentru a evita intrarea montajului în regim de oscilații parazite și a obține o stabilitate perfectă a schemei. Transformatorul  $Tr_1$  este ridicător în raportul 1/10. Blocul filtrelor taie jos este plasat la intrare, înaintea etajelor de amplificare, în scopul eliminării de la început a componentelor de joasă frecvență cu amplitudini mari care, la trecerea prin etajele de amplificare, ar putea da naștere prin distorsionare la armonice, a căror frecvență cade chiar în banda favorizată, introducindu-se astfel în semnalul înregistrat componente false. Modificarea benzii de frecvențe se face prin schimbarea valorilor pieselor care constituiefiltrele taie jos, cu ajutorul comutatorului  $K_I$ . Sunt prevăzute cinci poziții de alegere a frecvenței de tăiere dorite. Pentru a realiza o pantă mare a filtrelor, în scopul separării eficace a undelor, am folosit celule speciale de filtraj în T, realizate cu condensatorii  $C_1 \dots C_{12}$  și drozelul  $Dr_1$ , alegerea frecvenței dorite de tăiere (la 3 dB) făcându-se cu comutatorul dublu  $K_I$ . Filtrele sunt amortizate pînă în jurul valorii critice, pentru a evita o lungire prea mare a impulsurilor seismice la trecerea prin ele.

Primul etaj de amplificare este realizat cu tubul  $T_1$ , rezistența de sarcină  $R_3$  și condensatorul de cuplaj  $C_{13}$ . După el este prevăzut un atenuator rezistiv în zece trepte ( $R_7 \dots R_{16}$  și  $K_{II}$ ) cu ajutorul căruia se poate stabili amplificarea dorită. Rezistențele  $R_7 \dots R_{16}$  sunt astfel alese încît de la o treaptă la alta amplificarea variază cu 3 dB.

Al doilea etaj de amplificare este realizat cu tubul  $T_2$  care, în afara rolului de amplificare, îndeplinește și funcția de separare a divizorului rezistiv defiltrele taie sus, pentru ca acestea să lucreze pe o impedanță de intrare constantă.

Filtrele taie sus sunt celule de tip  $\pi$  realizate cu condensatorii  $C_{18} \dots C_{25}$ , drozelul  $Dr_2$  și comutatorul  $K_{III}$ . și aceste filtre au fost amortizate pînă în jurul valorii critice, din aceleași motive ca șifiltrele taie jos. Prin combinarea filtrelor taie jos cufiltrele taie sus, se pot obține diferite benzi de trecere pentru favorizarea după dorință a anumitor componente din spectrul semnalului seismic. În figura 6 sunt date caracteristicile atenuare-frecvență ale filtrelor taie jos și taie sus.

Pentru a avea posibilitatea obținerii unor informații de la strate adânci, s-a prevăzut pe poziția 1 a comutatorului  $K_{II}$  un filtru taie

sus cu frecvență de tăiere 22 Hz. Cînd comutatorul  $K_1$  și  $K_{III}$  sunt ambele pe poziția 1, este favorizată banda de frecvențe 5 Hz—22 Hz, creîndu-se posibilitatea executării unor lucrări de refracție de mare adîncime.

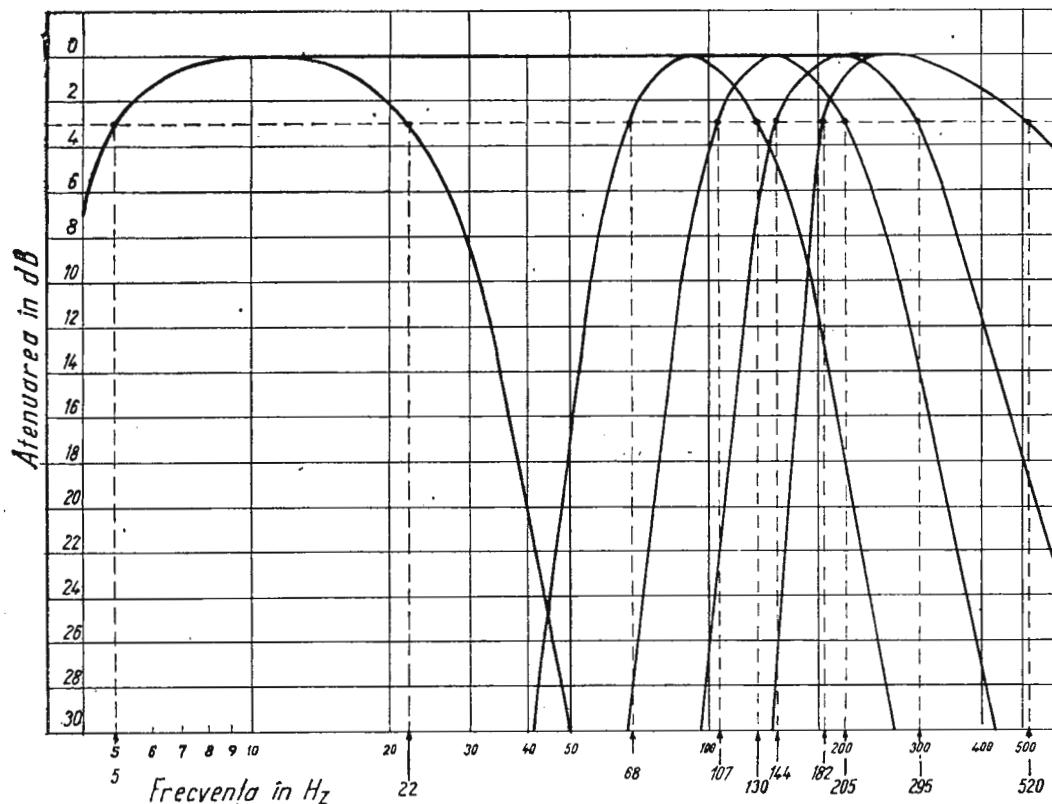


Fig. 6. — Caracteristicile atenuare-frecvență a filtrelor.  
Caractéristiques d'atténuation-fréquence des filtres.

Etajul final de amplificare realizat cu tubul  $T_3$  debitează pe transformatorul de ieșire  $Tr_2$ , cu care se face cuplarea pentru adaptarea galvanometrului la etajul final. Pentru a alege amplitudinea dorită a trasei înregistrate, este prevăzut potențiometrul  $P_1$ .

Pentru calibrarea amplificării, în panoul PR-1 este prevăzut un voltmetru electronic tranzistorizat, iar în panoul PCC-1, un generator de joasă frecvență, al cărui semnal poate fi adus la intrarea amplificatoarelor. Cu ajutorul voltmetrului electronic se măsoară semnalul de la intrare și semnalul la ieșirea fiecărui amplificator. Tot în panoul PR-1

sînt prevăzute 6 potențiometre suplimentare alimentate de la ieșirile amplificatoarelor. De la aceste potențiometre semnalele ajung la un al doilea grup de galvanometre. Amplitudinea acestor semnale poate fi reglată între zero și valoarea amplitudinii înregistrate de primul grup de galvanometre, astfel încit înregistrarea se face simultan cu două trase pentru fiecare canal, deosebirea fiind doar în ceea ce privește amplitudinea traselor.

În panoul de control PCC-1, în afara generatorului de semnal, sînt prevăzute circuitele de comandă pentru punerea stației în funcțiune și circuitele pentru măsurarea tensiunilor de alimentare și a continuității circuitelor de legătură a geofoanelor cu amplificatoarele.

Pentru înregistrarea foto este folosit un oscilograf seismic modificat de noi. Oscilograful conține cele două grupuri de cîte 6 galvanometre pentru trasele seismice, un galvanometru pentru marcarea momentului exploziei, un generator tranzistorizat de putere, cu frecvența de 100 Hz, stabilizat cu diapazon pentru alimentarea motorului sincron cu care este antrenat dispozitivul de marcare a linilor de timp, circuitele de alimentare a becurilor pentru proiecție, un sistem optic de lentile pentru focalizarea spoturilor de lumină și mecanismele de antrenare a hîrtiei foto. Alimentarea oscilografului se face de la o sursă de curent continuu de 12 V.

Pentru alimentarea stației cu tensiuni anodice s-a construit sursa de alimentare stabilizată PA-1, în care este prevăzut un convertizor static tranzistorizat și un stabilizator electronic. Alimentarea convertizorului se face de la sursa de 12 V.c., iar la ieșire se obțin tensiuni continue de 120 V.c., pentru anozii tuburilor amplificatoarelor, și 60 V.c., pentru alimentarea anodică a generatorului de joasă frecvență din PCC-1.

Dăm mai jos caracteristicile principale ale stației :

- a) 6 canale seismice + 1 canal auxiliar pentru marcarea momentului exploziei ;
- b) amplificarea totală : 120 dB ;
- c) reglarea amplificării se face în 10 trepte de 3 dB de la 90 dB la 120 dB, iar amplitudinea semnalului la ieșirea amplificatorului se regleză continuu începînd de la valoarea zero ;
- d) gama de frecvențe a amplificatoarelor :  
5÷520 Hz



- e) filtre taie jos : 5 ; 68 ; 107 ; 144 ; 182 Hz  
panta  $30 \div 50$  dB/oct.
- f) filtre taie sus : 22 ; 130 ; 205 ; 295 ; 520 Hz  
panta 18 dB/oct.
- g) înregistrare foto cu două trase pentru fiecare canal, cu reglare independentă a amplitudinii fiecărei trase ;
- h) marcarea timpului din 10 în 10 ms, cu o linie mai groasă la fiecare 100 ms și o precizie de 0,03% ;
- i) viteza de derulare a hărției foto 20—45 cm/s ;
- j) consum cca 100 W.

Probele de laborator și teren au arătat că parametrii stației se încadrează în normele internaționale și corespund nivelului actual pe plan mondial.

În prezent, stația lucrează, cu rezultate bune, la stabilirea metodologiei pentru prospectarea zăcămintelor de substanțe minerale solide situate la mică adâncime.

## ÉTUDES CONCERNANT LA RÉALISATION D'UN LABORATOIRE SISMIQUE AVEC SIX CHAÎNES POUR LA PROSPECTION DES COUCHES DE FAIBLE PROFONDEUR

(Résumé)

À l'Institut de Géophysique appliquée il a été construit le laboratoire prototype IGA-SS-6 destiné à l'étude des couches minces situées à de faibles profondeurs. Le laboratoire possède six chaînes sismiques de réfraction. Les amplificateurs ont un gain linéaire et des filtres basse fréquence et haute fréquence que l'on peut combiner pour choisir les bandes de fréquence voulues. On peut favoriser les composantes de haute fréquence du spectre du signal sismique (supérieur à 100 Hz) fait qui conduit à augmenter la capacité de résolution.

Le laboratoire est muni de l'appareillage nécessaire pour calibrer et de sources d'alimentation stabilisées.

Les principales caractéristiques de l'appareillage sont :

- a) 6 chaînes sismiques + une chaîne auxiliaire ;
- b) amplification totale 120 dB ;
- c) gamme de fréquence des amplificateurs  $5 \div 520$  Hz ;



- d) filtres basse fréquence : 5 ; 68 ; 107 ; 144 ; 182 Hz, pente  $30 \div 50$  dB/oct. ;
- e) filtres haute fréquence : 22 ; 130 ; 205 ; 295 ; 520 Hz pente 18 dB/oct. ;
- f) enregistreur photo à deux traces pour chaque chaîne, avec réglage indépendant de l'amplitude ;
- g) consommation environ 100 W.

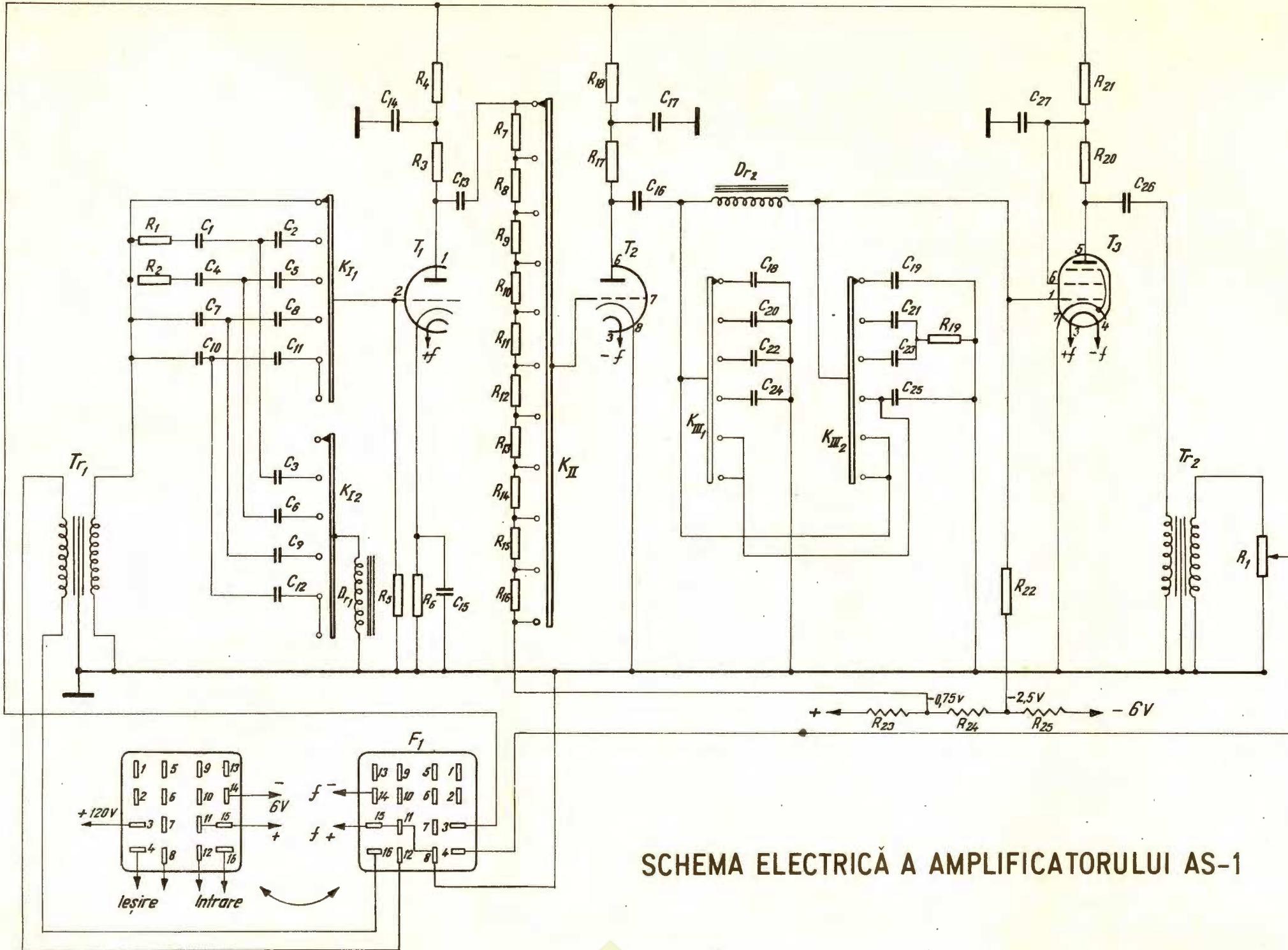
---

### EXPLICATION DE LA PLANCHE

Schéma électrique de l'amplificateur AS-1.

---





Nr. crt.	Simbol	Denumirea piesei
1	$T_3$	tub electronic
2	$T_1, T_2$	tub electronic
3	$K_{II}$	comutator $1 \times 11$
4	$F_1$	fuse 16 contacte
5	$K_I, K_{III}$	comutator $2 \times 6$
6	$T_2$	transformator ieșire
7	$Tr_1$	transformator intrare
8	$D_{r2}$	Drosel
9	$D_{r1}$	Drosel
10	$C_{23}$	condensator styroflex
11	$C_{21}$	condensator styroflex
12	$C_{13}$	condensator hîrtie
13	$C_{16}, C_{18}, C_{20}$	condensator hîrtie
14	$C_{15}$	condensator electroalitic
15	$C_{14}, C_{17}, C_{27}$	condensator electroalitic
16	$C_{13}$	condensator hîrtie
17	$C_{22}, C_{24}$	condensator styroflex
18	$C_{10}, C_{11}$	condensator styroflex
19	$C_9$	condensator styroflex
20	$C_7, C_8, C_{25}$	condensator styroflex
21	$C_6, C_{22}$	condensator styroflex
22	$C_4, C_5$	condensator styroflex
23	$C_3, C_{20}$	condensator styroflex
24	$C_1, C_2$	condensator styroflex
25	$P_1$	potențiometru chimic
26	$R_{25}$	rezistență bobinată
27	$R_{24}$	rezistență bobinată
28	$R_{23}$	rezistență bobinată
29	$R_{22}$	rezistență chimică
30	$R_{18}, R_{21}$	rezistență chimică
31	$R_{17}, R_{20}$	rezistență chimică
32	$R_{16}$	rezistență chimică
33	$R_{15}$	rezistență chimică
34	$R_{14}$	rezistență chimică
35	$R_{13}$	rezistență chimică
36	$R_{12}$	rezistență chimică
37	$R_{11}$	rezistență chimică
38	$R_{10}$	rezistență chimică
39	$R_9$	rezistență chimică
40	$R_8$	rezistență chimică
41	$R_7$	rezistență chimică
42	$R_6$	rezistență chimică
43	$R_5$	rezistență chimică
44	$R_4$	rezistență chimică
45	$R_3$	rezistență chimică
46	$R_2$	rezistență chimică
47	$R_1, R_{19}$	rezistență chimică

REFLECTAREA ÎN ANOMALII GRAVIMETRICE  
A FORMELOR STRUCTURALE CU SARE  
DIN DEPRESIUNEA TRANSILVANIEI<sup>1</sup>

DE

MARIUS VISARION<sup>2</sup>

**Abstract**

Gravity Residual Anomalies Determined by Salt Massifs in the Transylvania Depression. The working out and a new interpretation of gravity data, obtained from the Transylvanian area, allowed to elaborate a general conception, and therefore to establish some laws, which determine the distribution of salt massifs along certain preferential alignments; a correlation between the morphology of residual anomalies and the structural location of salt is set forth as well. Relying on the examination of the structural conditions of salt deposits, and on the typological study of gravity anomalies determined by them, six zones displaying differentiated characteristics were delimited. As an example, some residual anomalies, determined by various structural forms bearing salt, are analysed.

**Introducere**

Pe teritoriul Republicii Socialiste România, cercetarea gravimetrică a înregistrat succese importante în descoperirea și conturarea a numeroase masive de sare (Airinei et al., 1960; Visarion, 1962). Eforturile susținute, întreprinse în special în ultimele două decenii, au avut drept rezultat conturarea a circa 170 anomalii gravimetrice locale, reflectînd acumulări de sare în subsol (Visarion, 1967).

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 5 aprilie 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.



Acoperirea cu măsurători gravimetrice, a unor suprafețe întinse de pe teritoriul Transilvaniei a creat posibilitatea studierii detaliate a anomalilor reziduale, fapt care a permis obținerea de informații cu privire la dispunerea acumulărilor de sare pe aliniamente preferențiale și stabilirea unor relații legice, între morfologia anomalilor și diversele tipuri structurale. Distribuția principalelor anomalii reziduale produse de acumulări de sare este prezentată în planșa 1.

Pe baza examinării condițiilor structurale de zăcămînt ale sării și studierii tipologiei anomalilor gravimetrice determinate de ele, s-au delimitat cîteva zone caracteristice. În cele ce urmează, după trecerea în revistă a unor probleme geologice referitoare la sare și a analizării competenței prospecțiunii gravimetrice, pentru descoperirea și conturarea formelor structurale cu sare, vor fi studiate cîteva anomalii reprezentative pentru fiecare din zonele astfel separate. Materialul primar ne-a fost pus la dispoziție cu amabilitate, de cătreva din cercetătorii, care au efectuat prospecțiuni gravimetrice pe aria depresiunii Transilvaniei. Acest material a fost prelucrat corespunzător, folosindu-se metode analitice sau statistice de transformare a datelor, fapt care, a permis construirea unor imagini suplimentare, reprezentînd anomalia reziduală sau anomalia derivatei a două a cîmpului gravitației.

**Formațiunea geologică purtătoare de masive de sare.** Sarea, din cauza inabilității ei în interiorul scoarței, apare la zi, în contact direct cu diverse formațiuni geologice. De aceea problema stabilirii vîrstei ei a constituit obiectul unor discuții îndelungate și în general, nu poate fi considerată ca fiind complet elucidată.

Bîrul de masive de sare care înconjoară depresiunea Transilvaniei a fost situat stratigrafic de Koch (1900) la partea inferioară a stratelor de Cîmpie, deasupra orizontului tufului de Dej. Acest punct de vedere a fost combătut de alți cercetători care, pornind de la caracterul diapirogen al unora dintre masivele de sare, ii acordau o vîrstă oligocen-superioră sau miocen-inferioară (Mrazec, Jekelius, 1927; Voitești, 1943). Cercetările geologice sistematice executate ulterior, completate cu datele furnizate de forajele adânci, au precizat vîrsta tortoniană a sării, încadrînd-o între tuful de Dej, în bază și depozitele marnoase-argiloase marine, corespunzătoare șisturilor cu radiolari, în acoperiș.

Formațiunea sării are o dezvoltare aproape continuă în cuprinsul depresiunii Transilvaniei. În încercarea de a elucida problema variațiilor regionale de grosime a sării, s-a construit o schiță cu izopahitele



sării, pe baza materialului furnizat de cercetările seismometrice și forajul adânc. Rezultatele obținute arată că, sarea are în general o grosime mică, care variază între 50 și 300 m. Grosimi mari sunt semnalate numai în zonele în care sarea formează domuri diapire (Turda, Ocna Mureșului etc.), sau prezintă lentalizări accentuate în nucleul unor domuri gazifere (Sărmașel, Sînmiclăuș etc.). Aceste date au o importanță deosebită din punct de vedere geologic general, întrucât arată că sarea datorită variațiilor ei de grosime, nu poate constitui o sursă de anomalie gravimetrică regională. Efectul produs de lentalizările ei mai accentuate este de natură locală, de ordinul a 2–6 mgal, în sectoarele marginale ale depresiunii, unde sarea se apropiie de suprafață, sau a 0,5–1,5 mgal, atunci cînd ea formează nucleul domurilor gazifere.

**Eficiența prospecțiunii gravimetrice la detectarea formelor structurale cu sare.** Pe aria depresiunii Transilvaniei cercetarea gravimetrică beneficiază de condiții optime de aplicabilitate, pentru că area formelor structurale cu sare, deoarece, deși sarea are, în cadrul acestei depresiuni o răspindire aproape generală, pe plan local ea apare asociată cu diferite tipuri de structuri, fapt care determină schimbări sensibile ale imaginii anomaliei gravitației.

Pe marginile de NW și NE ale depresiunii, poziția nedislocată a sării, cu lentalizări slabe, conduce la anomalii cu morfologii complicate și intensități mici. În asemenea cazuri, interpretarea geologică a datelor gravimetrice este dificilă și rezultatele mai puțin concluziente.

Condițiile cele mai favorabile pentru cercetarea gravimetrică a formelor structurale cu sare se întâlnesc în zonele în care sarea este asociată cu cutile diapire. Sarea dispune de o cuvertură în care intervin atât serii marnoase cât și serii grezoase-conglomeratice, ultimele mai frecvent întâlnite pe marginea de NE a depresiunii. În raport cu Tortonianul din acoperișul sării și Sarmățianul și eventual Pliocenul de pe flancuri, sarea realizează un deficit de masă, care explică anomaliiile locale de minim de pe anticlinalele cu caracter diapirogen. Aspecte particolare prezintă zona cutelor diapire din partea de SW a depresiunii Transilvaniei, unde datorită dezvoltării ample a marnelor tufacee și intercalațiilor nisipoase, contrastul de masă dintre sare și depozitele terigene scade apreciabil.

Un al treilea tip morfologic de anomalii gravimetrice se individualizează în zona domurilor gazifere. Datorită lentalizării mai accentuate a sării în nucleul domurilor, efectul produs de aceasta se insu-

mează cu efectul produs de cupola de gaze din cuvertură, astfel încât, apare posibilitatea cărării structurilor de tip domal prin cercetări gravimetrice de mare detaliu și înaltă precizie.

**Anomalii gravimetrice pe marginea de NW, slab dislocată, a depresiunii.** Sectorul de NW al depresiunii Transilvaniei formează un sector distinct, caracterizat prin slabă deformare a stratelor din cuvertură, în cadrul unui gradient moderat de afundare a fundșamentului spre S. În aceste condiții, anomalile gravimetrice reziduale au configurații puțin

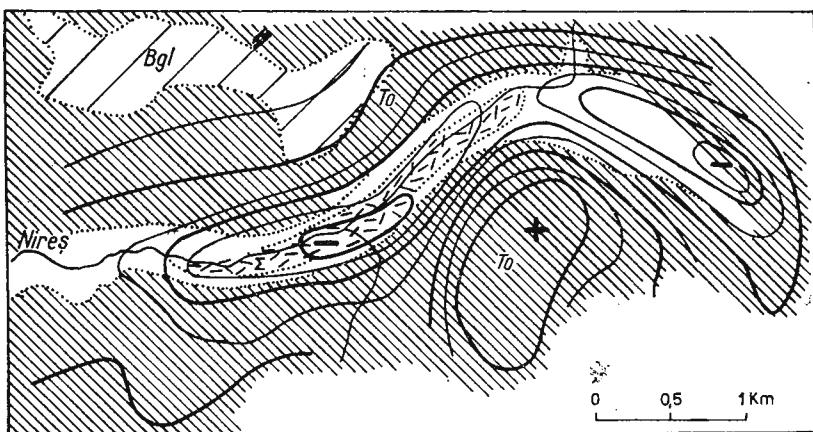


Fig. 1. — Anomalia reziduală a gravitației în zona de la E de Nireș  
 $\Sigma$ . sare; To, Tortonian; Bgl, Buglovian.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la région Est Nireș  
 $\Sigma$ . sel; To, Tortonien; Bgl, Buglovien.

regulate și intensități mici, reflectînd preponderent distribuția primară a lentilelor de sare.

Exceptînd anomalie de la Ocna Dejului, corespunzătoare masivului de sare în exploatare, cea mai interesantă anomalie de minim din acest sector se situează la E de localitatea Nireș<sup>3</sup>. După o prelucrare adecvată, a fost obținută anomalia reziduală a gravitației, care evidențiază un minim de intensitate de  $-2$  mgal, alungit pe direcția ENE (fig. 1). El prezintă două apexuri, separate de o zonă de pozitivare a valorilor în partea centrală. Apexul vestic se plasează în apropierea unor manifestări saline și corespunde cu o zonă de îngroșare a sării (400—460 m).

<sup>3</sup> S. Dumitru. Prospecțiuni gravimetrice în regiunea Ocna Dejului-Nireș. 1953. Arh. M.M.P.G. București.

Pe aria ocupată de apexul estic, cartarea geologică nu dă informații utilizabile, dar forajele indică și aici o lentilizare mai accentuată a sării (400 m). În ansamblu, fenomenul de lentilizare a sării se extinde pe direcția E-W, reflectând modul de orientare a marginii de N a domeniului lagunar, dominant, la începutul Tortonianului, în depresiunea Transilvaniei. Datele obținute prin executarea unor foraje de mică adâncime confirmă această interpretare, arătând că sarea și-a conservat poziția stratigrafică inițială cu lentilizări pînă la dublarea grosimii primare.

Către W și S au fost cartate gravimetric și alte anomalii de minim, în sectoarele valea Nireș, Unguraș, Batin, Top și Petrești-Salatiu, care prin morfologia și intensitatea lor sugerează o slabă îngroșare a sării. Dumitrescu (1958) consideră că geneza elementelor structurale din această regiune se explică prin alunecarea diferențiată a depozitelor din cuvertura sării spre centrul depresiunii, pe patul lubrefiant constituit de orizontul sării. În această ipoteză, se poate considera că avem de-a face cu o tectonică de cuvertură, care se oprește la patul sării și care conduce la lentilizarea ei.

**Anomalii gravimetrice în zona cutată de N și NE a depresiunii, între Șieu și Someș.** În partea de N a depresiunii Transilvaniei, între meridianul localității Sintereag și rîul Șieu, se dezvoltă o serie de cufe largi, orientate N-S cu flancurile slab inclinate (Pătruț, 1952). Inclinațiile cresc în sectoarele în care simburii de sare se situează în apropierea suprafeței.

Cercetările gravimetrice executate în această zonă au pus în evidență o serie de anomalii, dintre care, prezintă un interes deosebit pentru sare, minimele de la Figa și Șieu Sfântu (Visarion, 1959).

Anomalia de minim de la Șieu Sfântu, reprodusă în figura 2, se situează în cea mai mare parte pe aria de dezvoltare a depozitelor cua-ternare, axa ei urmărind aproximativ cursul rîului Șieu. Dacă avem în vedere pe de o parte, dispoziția cvasi-orizontală a depozitelor de sub sare, iar pe de altă parte, caracterul predominant marnos al depozitelor din cuvertura ei, se poate considera că anomalia gravitației este determinată de contrastul de densitate, unic, dintre sare și depozitele terigene. În această ipoteză și de acord cu datele geologice obținute prin cartări de suprafață, autorul a ajuns la concluzia că, minimul de la Șieu Sfântu constituie un exemplu tipic de reflectare în anomalia gravitației a unei cufe anticlinale cu caracter diapirogen.

În sectorul de NE al depresiunii Transilvaniei au fost cartate o serie de anomalii locale de minim, a căror sursă perturbantă principală

este de asemenea, formațiunea cu sare. La suprafață, regiunea se caracterizează prin prezența depozitelor tortoniene și sarmatiene, ultimele cu o largă dezvoltare. Tectonica este relativ simplă; depozitele de coperță formează un monoclin, care se sprijină pe rama paleogen-miocenă

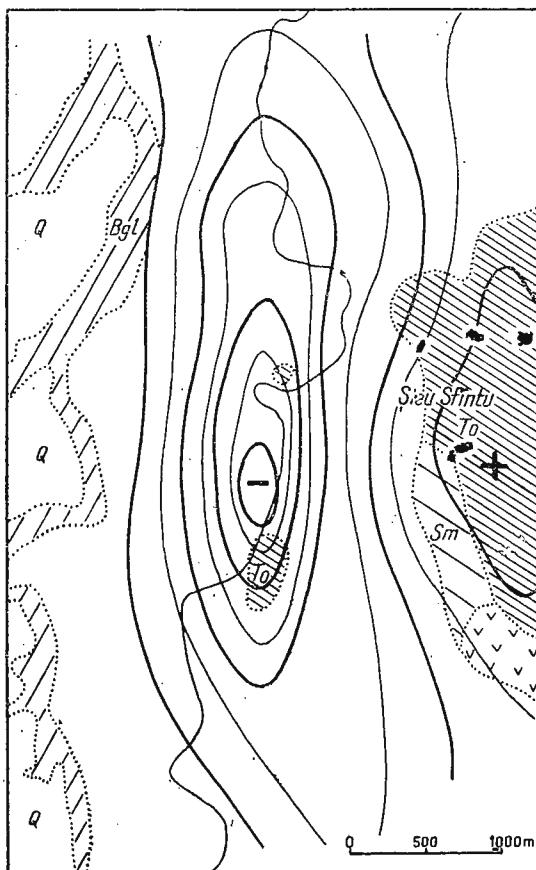


Fig. 2. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Sieu Sfîntu:

To, Tortonian; Bgl, Buglovian; Sm, Sarmatian; Q, Cuaternar.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Sieu Sfîntu :

To, Tortonien; Bgl, Buglovien; Sm, Sarmatien; Q, Quaternaire.

inferioară, a depresiunii. Terenurile monoclinale trec insensibil la un sindinal larg, care separă marginea practic necutată a depresiunii, de linia anticinală N Iad-N Blăjenii de Jos. Această imagine structurală

este confirmată de morfologia anomaliei gravitației, care sugerează slaba tectonizare a terenurilor tortoniene și sarmatiene.

Anomaliiile reziduale de minim din sectoarele Dumitra, Iad și Blăjenii de Jos, prin morfologia și intensitatea lor, sugerează existența unor corpuri de sare plasate în imediata vecinătate a suprafeței. Pentru exem-

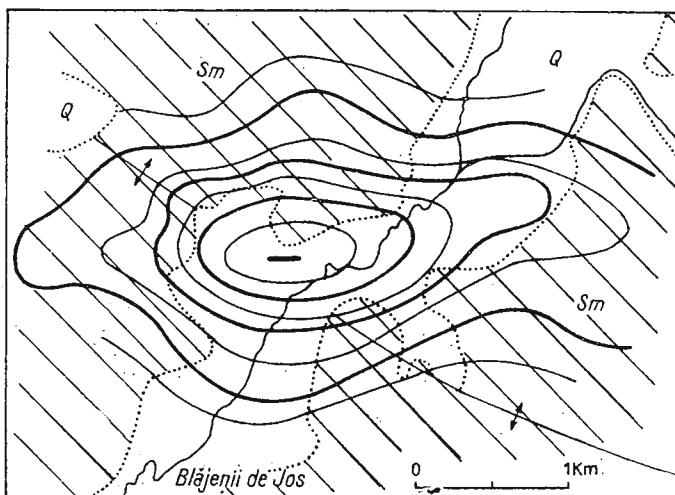


Fig. 3. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Blăjenii de Jos :

Sm, Sarmatian; Q, Cuaternar.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Blăjenii de Jos :

Sm, Sarmatien; Q, Quaternaire.

plificare, în figura 3 se prezintă anomalia reziduală de minim de la Blăjenii de Jos cu intensitatea de aproximativ  $-2,5$  mgal și contur eliptic (Visarion, 1959). Examinarea raportului existent între orientarea E-W a minimului și direcția WNW-ESE a cutiei cu care pare a fi asociat, sugerează că, lentila inițială de sare urmărea marginea depresiunii, iar deformarea sării, prin alunecare, s-a realizat pe o altă direcție din cauza unor mișcări radiale ulterioare<sup>4</sup>.

În general, se poate considera că, anomaliiile gravimetrice din sectorul de NE al depresiunii Transilvaniei sunt generate de corpuri lenticiforme de sare. Acest fapt este explicabil, deoarece acest sector se pla-

<sup>4</sup> M. Visarion, V. Lăzărescu, Ruxandra Ștefănescu. Sinetza datelor gravimetrice din Republica Socialistă România privind acumulările de sare și săruri de K și Mg. 1968. Arh. I.G.A. București.

sează la exteriorul aliniamentului Sovata-Praid-Sărățel, unde sarea este intens diapirizată.

**Anomalii gravimetrice în zona cutelor diapire din partea de E a depresiunii.** Cercetările gravimetrice executate în regiunea estică a depresiunii Transilvaniei au pus în evidență o anomaliă regională de minim care, în sectorul Sovata-Corund se suprapune cu zona cutelor diapire dar care, în continuare către N e orientată pe direcția Rusu-Bîrgăului, lăsind la W aliniamentul de cute diapire Pintic-Sărățel. Din acest motiv, separarea efectelor gravimetrice s-a făcut cu deosebită atenție, pe alocuri anomalia regională fiind estimată printr-o suprafață de ordinul III.

Sub raport local, între râurile Șieu și Tîrnava Mică, cartarea gravimetrică semnalează anomalii de minim determinate de acumulări de sare în sectoarele Caila, Sărățel, Brîncovenesti, Jabenița, Orșova, Sovata, Praid și Corund.

Pentru sectorul nordic, cea mai reprezentativă anomalie reziduală este cea de la Sărățel, care acoperă o suprafață de aproximativ 20 km<sup>2</sup> (Visarion, 1959). Prin intensitatea de peste —2,5 mgal și morfologia ei caracteristică, anomaliua sugerează existența unor importante acumulări de sare în vecinătatea suprafeței (fig. 4). Pe aria minimului se individualizează trei zone de apex, care reflectă domuri de sare, asociate cu două cute anticlinale de tip diapir. Cea mai importantă dintre acestea este zona de apex de la Sărățel, unde o serie de manifestări saline semnalează prezența sării imediat sub terasele rîului Șieu.

În figura 5 se prezintă anomalia locală a gravitației din sectorul Brîncovenesti, caracteristică pentru regiunea cuprinsă între valea Șieuului și valea Mureșului<sup>5</sup>. Ea se amplasează pe cîmpia aluvionară a Mureșului, în zona curburii pe care o face anticlinialul Bîrla-Uila (Ciocîrdel, 1952). Dacă avem în vedere litologia depozitelor neogene, se poate considera că anomalia gravitației reflectă preponderent deficitul de masă produs de sămburele diapir al cutei, care străpunge întreaga cuvertură. Această interpretare e verosimilă, întrucît în restul zonei de răspindire a depozitelor tortoniene nu mai apar anomalii gravimetrice bine individualizate.

Pentru grupul anomal sudic, interes particular prezintă anomalia de minim de la Sovata, reprodusă în figura 6. Anomalia, cu intensitatea

<sup>5</sup> Tr. Băcioiu, Elena Băcioiu. Raport final asupra prospecțiunii gravimetrice și magnetometrice în nord-estul Bazinului Transilvaniei. 1963. Arh. M.M.P.G. București.

de aproximativ — 3 mgal, este determinată de ridicarea axială a sării în sâmburele unei cufe diapire<sup>6</sup>. Aria ocupată de această anomalie, precum și intensitatea ei, sugerează amplă dezvoltare pe verticală și orizontală a masivului de sare de la Sovata.

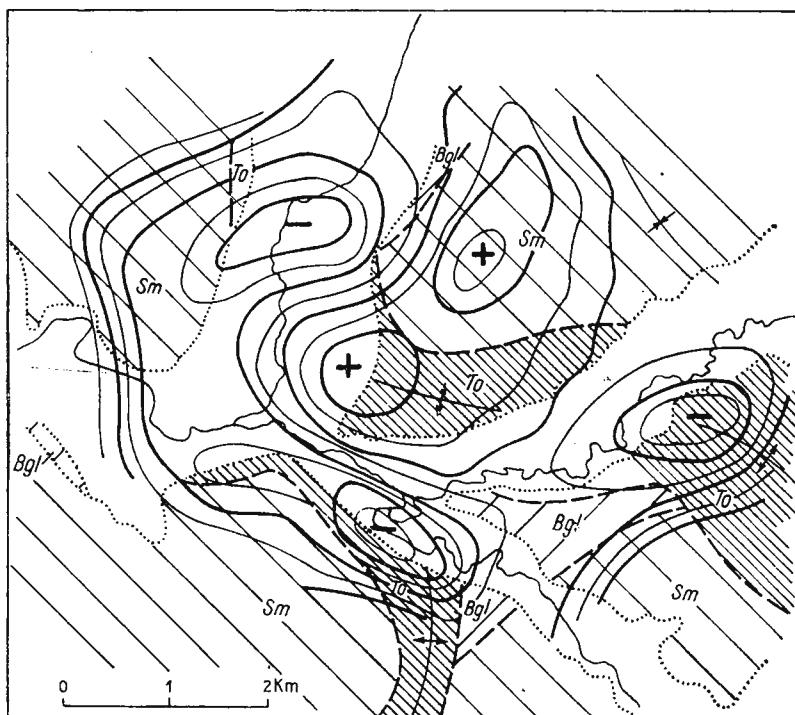


Fig. 4. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Sărățel :  
To, Tortonian; Bgl, Buglovian; Sm, Sarmatian.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Sărățel :  
To, Tortonien; Bgl, Bugloviens; Sm, Sarmatiens.

**Anomalii gravimetrice la periferia de SE a depresiunii.** În regiunea de SE a depresiunii Transilvaniei, structura geologică prezintă o serie de particularități, în directă legătură cu modul în care se realizează trecerea, de la Carpații Orientali, la Carpații Meridionali și cu evoluția geotectonică a acestor două ramuri ale lanțului muntos.

Dacă avem în vedere faptul că, zona care prezintă interes pentru sare se placează imediat la W și NW de munții Perșani, a căror evoluție

<sup>6</sup> A.I. Esca. Măsurători gravimetrice în regiunea Odorhei-Sovata-Reghin. 1949. Arh. M.M.P.G. București.

s-a încheiat înaintea Miocenului, se poate considera că aici, diapirismul sării este mai atenuat decât pe aliniamentul Sărățel-Sovata-Prajd, iar forțele care au acționat, au fost în principal, de natură gravitațională. În această regiune, au fost cartate o serie de anomalii locale de minim,

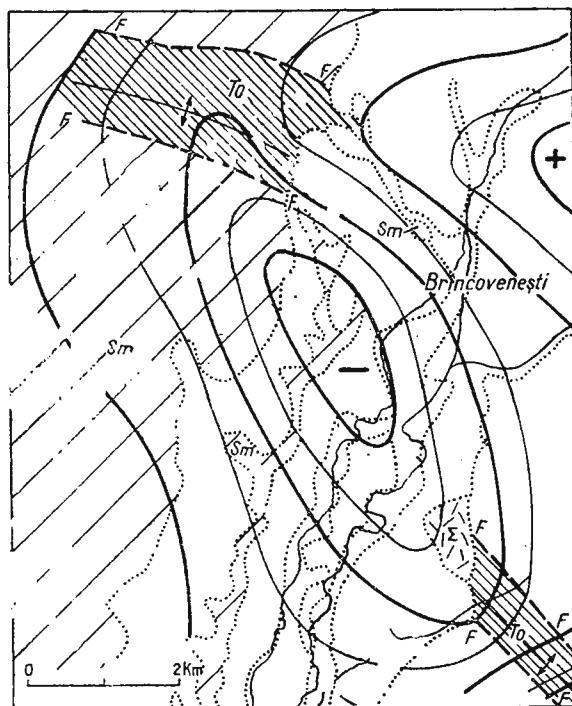


Fig. 5. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Brîncovenesci :

$\Sigma$ , sare; To, Tortonian; Sm, Sarmatian.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Brîncovenesci :

$\Sigma$ , sel; To, Tortonien; Sm, Sarmatien.

generate, parțial, de contrastul de masă dintre sare și depozitele terigene. Anomaliiile de minim din sectoarele pîrîul Rica, Racoșu de Jos, Sînpaul, Merești, Lueta, Mercheașa, Comănești, Mărtiniș, Cața, Fișer, Tăureni și Brădești, pentru a nu menționa decât pe cele mai importante, sint în directă legătură cu prezența unor mase de sare în substrat.

După anomalia de la Mercheașa, studiată într-o lucrare anterioară (Airinei et al., 1960) prezintă în cele ce urmează două anomalii

mai puțin cunoscute, Mărtiniș și Tăureni, care caracterizează suficient de bine condițiile structurale existente în regiune.

În sectorul Mărtiniș fundamentalul pare a fi afectat de un important accident ruptural — reflectat în anomalia gravitației prin orientarea preferențială a izoliniielor pe direcția lui — de același tip cu cel remarcat mai la S, între Rupea și Racoșu de Jos. La N și W de această linie

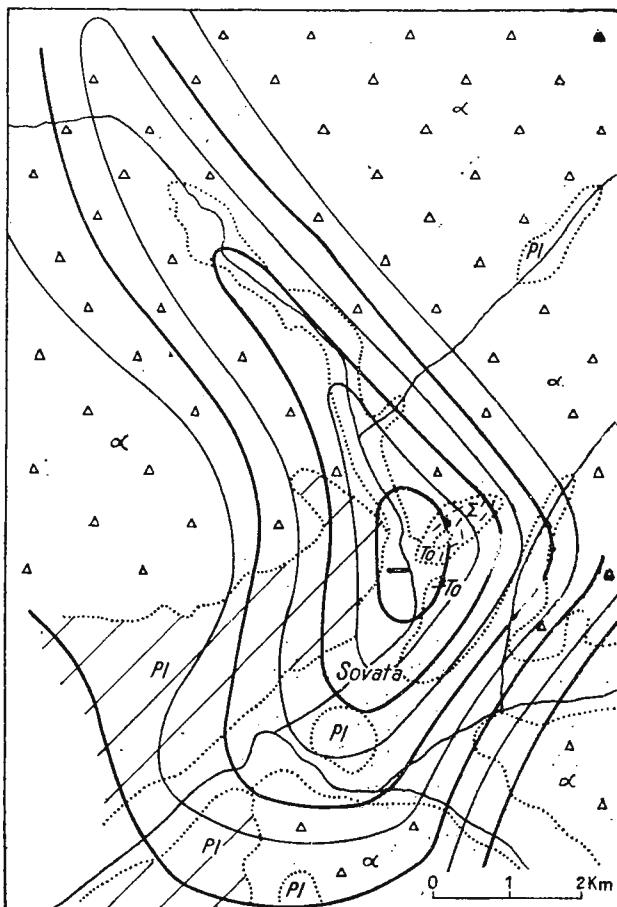


Fig. 6. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Sovata :

$\Sigma$ , sare; To, Tortonian, Pl, Pliocen;  $\alpha$ , aglomerate andezitice.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Sovata :

$\Sigma$ , sel; To, Tortonien; Pl, Pliocène;  $\alpha$ , agglomérats andésitiques.

tectonică, morfologia cîmpului gravitației se modifică ; anomaliiile ocupă suprafețe largi și se caracterizează prin gradienți mici pe flancuri<sup>7</sup>. După separarea anomaliei regionale, s-a individualizat o anomalie reziduală de minim alungită pe direcția NW-SE (fig. 7). Acest minim cu

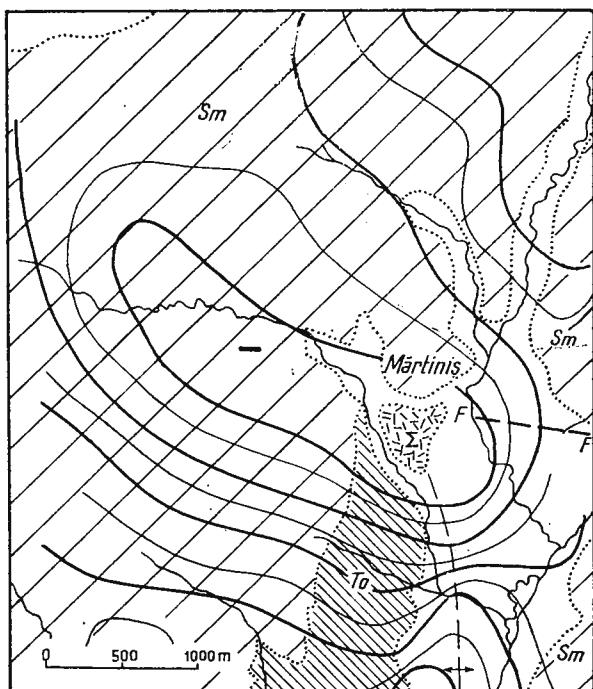


Fig. 7. — Anomalie reziduală a gravitației din zona Mărtiniș :

$\Sigma$ , sare; To, Tortonian; Sm, Sarmatian.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Mărtiniș :

$\Sigma$ , sel; To, Tortonien; Sm, Sarmatiens.

intensitatea de aproximativ — 2 mgal, reflectînd în bună parte îngroșarea depozitelor de cuvertură, pare a cumula și efectul produs de ridicarea depozitelor tortoniene cu sare. Datorită presiunii litostatice diferențiate, sarea a migrat spre SE și s-a ridicat spre suprafață pe linia de slabă rezistență menționată. Această interpretare este de acord cu datele geologice de foraj, care indică prezența unui masiv de sare în vecinătatea suprafeței.

<sup>7</sup> A. Proca. Raport asupra prospecțiunilor gravimetriche de detaliu în zona Cața (Mărtiniș-Rareș-Sinpaul), pentru sare. 1964. Arh. M.M.P.G. București.

La Tăureni, anomalia de minim cartată, cu intensitatea de aproximativ — 1,5 mgal, este generată preponderent de ridicarea depozitelor tortoniene cu sare pe planul faliei, care afectează axial cuta anticlinala Odorhei (fig. 8). Această interpretare este susținută de însăși amplasamentul anomaliei, care urmărește aria de aflorare a depozitelor tortoniene, la W de rîul Tîrnava Mare. În această regiune apar și alte contraste de masă, fapt care a sporit gradul de dificultate al interpretării geologice și a condus la variate imagini structurale; semnalăm contrastul de masă dintre conglomeratele și mărmele pliocene, care generează anomalii cu caracter litologic.

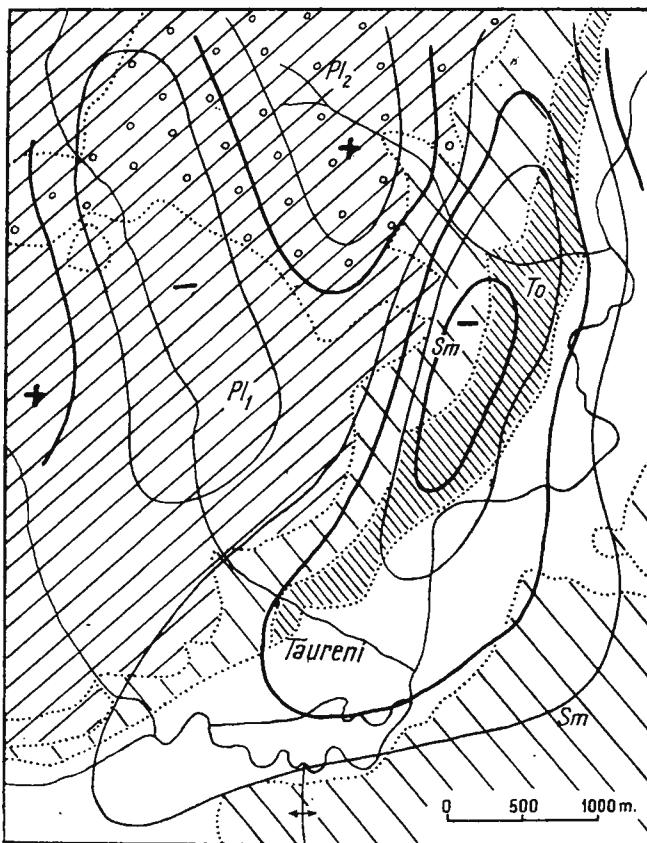


Fig. 8. — Anomalie reziduală a gravitației din zona Tăureni:  
To, Tortonian; Sm, Sarmatian; Pl<sub>1</sub>, Pliocen marnos; Pl<sub>2</sub>,  
Pliocen conglomeratic.

Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Tăureni :  
To, Tortonien; Sm, Sarmatién; Pl<sub>1</sub>, Pliocène marneux;  
Pl<sub>2</sub>, Pliocène conglomeratique.

**Anomalii gravimetrice în zona cutelor diapire din părțile de W și SW ale depresiunii.** Pe aria anomaliei regionale de minim Dej-Turda-Teiuș, se situează o serie de anomalii cu caracter local, ale căror surse se plasează în depozitele neogene de coperci. Pentru o judicioasă interpretare a anomaliei locale, s-a procedat la separarea efectelor gravimetrice prin metoda mediilor mobile și prin metoda speranței matematice.

După separarea unor anomalii de minim de importanță redusă (Gherla, Taga, Sântioana), dispuse într-un sector de trecere, de la zonă marginală intens cutată la zonă centrală domală, se individualizează anomalia de la Sic<sup>8</sup>. În figura 9 se prezintă anomalia reziduală a gravitației de la Sic, obținută prin metoda speranței matematice, care reflectă, fără îndoială, deficitul de masă produs de prezența unui masiv de sare în apropierea suprafeței. Din datele furnizate de sondele săpate în sectorul cordilierelor cristalino-mezozoice Mociu-Sic, rezultă că, după transgresiunea de la începutul Tortonianului, la E de această ridicare, s-au creat condiții favorabile pentru depunerea sării. Datorită plasticității ei, sareea a migrat pe ridicarea de la Sic, străpungând, în totalitate, depozitele bugloviene.

Spre S, pe mai multe aliniamente anomale, se grefează anomalii de la Gădălin, E Apahida, Pața, Dezmir și SE Cara, cu intensități de 1—3 mgal, care reflectă zone de îngroșare mai accentuată a sării în simburii unor cufe anticliniale. Neconcordanțe între datele gravimetrice și geologice apar numai în sectoarele în care există anticlinale de vale.

Una din cele mai interesante anomalii din W depresiunii Transilvaniei este anomalia locală de minim de la Cojocna<sup>9</sup>. Înind seama de amplasamentul ei — pe flancul de W al minimului regional E Dej-Teiuș —, într-o zonă în care gradientul de creștere a valorilor este deosebit de intens, s-a procedat la separarea fondului regional prin metoda speranței matematice. Imaginea obținută, reprodusă în figura 10 pune în evidență un minim local, cu intensitatea de aproximativ — 3 mgal. Zona de apex a anomaliei circumscrisă aria de aflorare a sării și a manifestărilor saline de la E de Cojocna. Prin morfologia și intensitatea ei, această anomaliă sugerează existența unui dom diapir, de tipul celui în exploatare la Ocna Mureșului.

<sup>8</sup> D. Popovici. Raport gravimetric asupra regiunii Puini (Cluj). 1953. Arh. M.M.P.G. București.

<sup>9</sup> D. Popovici. Cercetări gravimetrice în regiunea Apahida (Cluj). 1953. Arh. M.M.P.G. București.

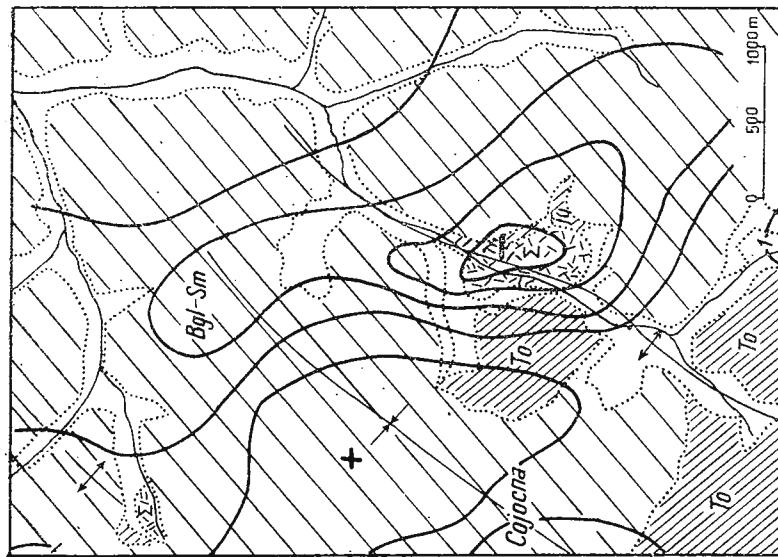


Fig. 10. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Cojocna :  
 $\Sigma$ , sare; To, Tortonian; Bgl-Sm, Buglovian-Sarmatian inferior.  
 Anomalie gravimetrică résiduelle de la zone de  
 Sic :  
 $\Sigma$ , sel; To, Tortonian; Bgl-Sm, Buglovian-Sarmatian  
 inferior.

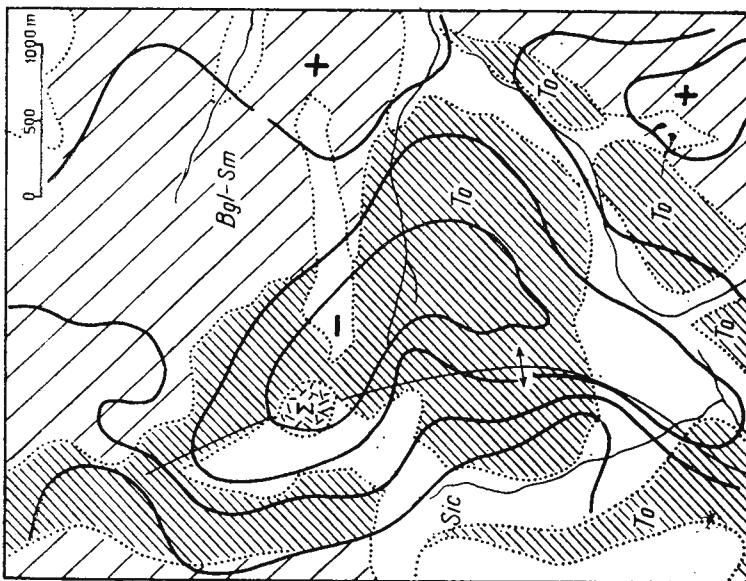


Fig. 9. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Sic :  
 $\Sigma$ , sare; To, Tortonian; Bgl-Sm, Buglovian-Sarmatian inferior.  
 Anomalie gravimetrică résiduelle de la zone de  
 Sic :  
 $\Sigma$ , sel; To, Tortonian; Bgl-Sm, Buglovian-Sarmatian  
 inferior.

Sectorul Turda constituie din punct de vedere gravimetric un nod anomal, din care se desprind mai multe aliniamente de minim<sup>10</sup>. Anomaliiile reziduale, cu extinderi în suprafață și intensități diferite, sunt determinate, în principal, de domuri de sare de variate dimensiuni, care apar asociate cu cuta anticlinale diapire. Prezența lacurilor sărate, care trădează amplasamentul salinelor vechi, (printre altele a salinei de la Ocna Turzii) precum și rezultatele unor foraje executate recent, confirmă integral această interpretare.

La S de Turda, cercetările geologice semnalează un fascicol de cinci cuti, care pot fi urmărite pînă în valea Mureșului (Ilie, 1952). În această zonă, anomalia gravitației pune în evidență o serie de direcții anomale, din care cea mai importantă este aliniamentul de minim ce urmărește axa anticinalului Turda-Ocna Mureșului. Pe acest aliniament se situează anomaliiile de la Ocna Mureșului și Dealul Dumbravei, corespunzînd unor masive de sare cu o amplă dezvoltare pe verticală, de tipul unor trunchiuri de con eliptice.

Pe un aliniament mai intern, e localizată anomalia de minim de la Gura Arieșului, cu intensitatea de —2,5 mgal și secțiunea cvasicirculară (fig. 11)<sup>11</sup>. Gradienții orizontali de pe flancurile anomaliei, de intensitate mult mai mică decît cei remarcați la Ocna Mureșului, sugerează o adâncime de peste 1000 m de situaare a sării. Cercetările seismometrice, executate recent, au stabilit că, zona de îngroșare a sării corespunde apexului anomaliei gravimetrice.

Cercetările gravimetrice executate în zona dintre Mureș și confluența Tîrnavelor, au pus în evidență un aliniament anomal de minim pe direcția Ocnișoara-Blaj-Mănărade, plasat pe aria de afloriment a depozitelor sarmatiene<sup>12</sup>. El reflectă o zonă de îngroșare a sării, în apropierea unei falii semnalate de cercetarea seismometrică, probabil, paralelă cu cea cunoscută, la zi, care pune în contact tectonic Sarmațianul și Pliocenul. Pe acest aliniament se situează anomaliiile locale de la Ocnișoara, Blaj și Mănărade.

Pentru exemplificare în figura 12 se prezintă anomalia de la Blaj, în cuprinsul căreia se separă două zone de apex, la Petrisat (—2,5 mgal)

<sup>10</sup> S. Fotopolos, Doina Fotopolos. Raport asupra prospecțiunilor gravimetrice de detaliu în zona Turda, pentru sare. 1965. Arh. M.M.P.G. București.

<sup>11</sup> N. Rusu, J. Andrei. Raport asupra prospecțiunii gravimetrice pentru săruri (Na, K, Mg) din zona Turda-Aiud. 1966. Arh. M.M.P.G. București.

<sup>12</sup> F. Hosbein, C. Savu. Prospecțiuni gravimetrice pentru săruri (Na, K, Mg) din zona Blaj. 1967. Arh. M.M.P.G. București.

Fig. 11. — Anomalia reziduală a gravitației din zona Gura Arieșului :

Bgl, Buglovian; Sm, Sarmatian.  
 Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Gura Arieșului :  
 Bgl, Buglovien; Sm, Sarmatiens.

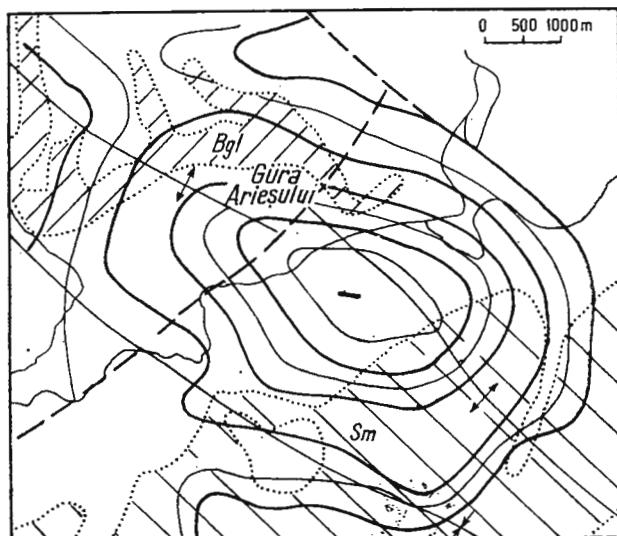
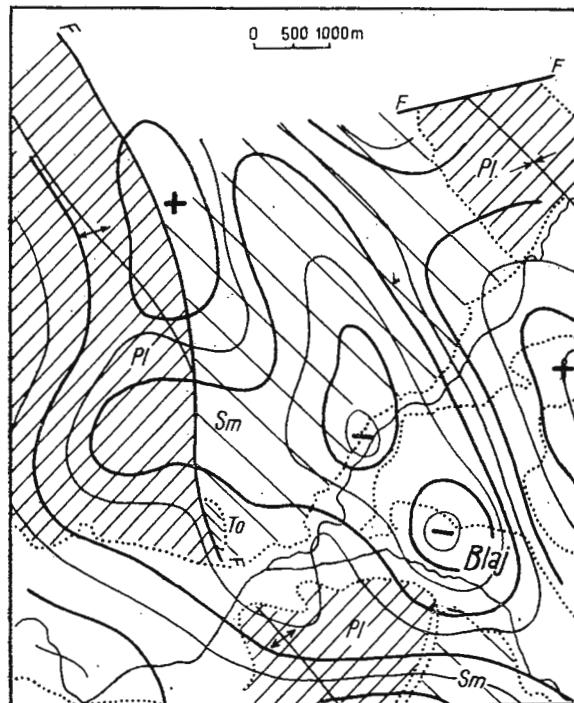


Fig. 12. — Anomalia reziduală a gravitației din Zona Blaj :

To, Tortonian; Sm, Sarmatian;  
 Pl, Pliocene.  
 Anomalie gravimétrique résiduelle de la zone de Blaj :  
 To, Tortonien; Sm, Sarmatien;  
 Pl, Pliocène.



și Blaj ( $-2,5$  mgal), exprimând tendința de lentilizare mai accentuată a sării. Unele indicații geologice de suprafață, cum ar fi izvoarele sărate de la N și E de Petrisat și prezența la zi a Tortonianului, la Blaj (Vancea, 1960), corroborate cu datele seismometrice, vin în sprijinul acestei interpretări.

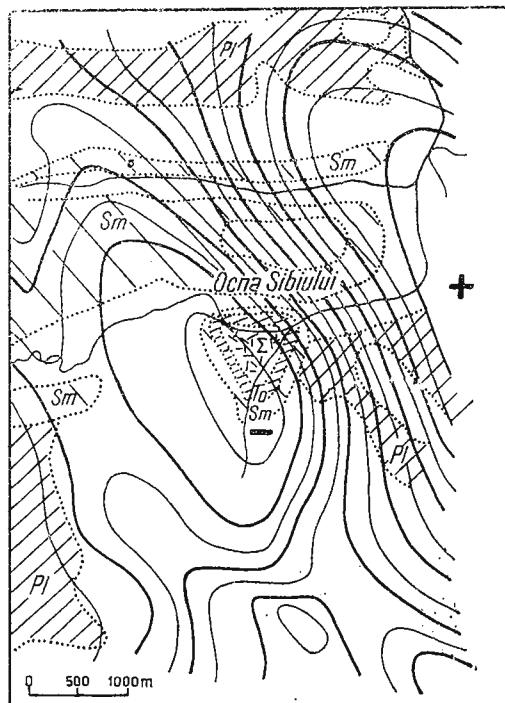


Fig. 13. — Anomalia derivatei a II-a a gravitației din zona Ocna Sibiului :  
 Σ, sare; To, Tortonian; Sm, Sarmatian; Pl, Pliocen.  
 L'anomalie de la seconde dérivée dans la zone  
 de Ocna Sibiului :  
 Σ, sel; To, Tortonien; Sm, Sarmatien; Pl, Pliocène.

Un caz particular apare la Ocna Sibiului, unde, masivul de sare nu și trădează existența prin nici o deformare a traseului izolinilor (Stoenescu, 1962).

Printr-o prelucrare corespunzătoare a materialului primar, s-a estimat anomalia derivatei a doua, a cimpului gravitației a cărei imagine este reprodusă în figura 13 (Stoenescu, Visarion, 1969).

Harta anomaliei derivatei a doua pune în evidență un aliniament de minim, care se suprapune cu zona de ridicare axială a depozitelor

tortoniene cu sare și localizează una din direcțiile de dezvoltare a cutelor diapire din SW depresiunii Transilvaniei. La Ocna Sibiului, pe aliniamentul de minim se individualizează o anomalie locală, care acoperă parțial zona de aflorare a depozitelor tortoniene cu sare. Dacă avem în vedere faptul că aria acoperită de anomalia de minim este mult mai mare decât zona restrânsă de aflorare a sării, se poate presupune că, în adîncime, dimensiunile orizontale ale masivului de sare cresc apreciabil.

**Anomalii gravimetrice în zona centrală de domuri gazifere.** Un alt tip morfologic de anomalii gravimetrice, ipus în evidență pe aria depresiunii Transilvaniei, apare în legătură cu structurile domale. Cercetări gravimetrice, întreprinse cu mulți ani în urmă, au arătat posibilitățile metodei la detectarea și conturarea unor domuri gazifere. Într-adevăr, s-a constatat că, în mod sistematic, acest tip structural se reflectă în observațiile gravimetrice sub formă de anomalii de minim, cu intensități mici de ordinul 1—2 mgal, contur izometric și, gradienți mici pe flancuri. Ga văt (1964) arată că, în condițiile domului de la Sărmașel, asemănătoare, de altfel, cu a celor din alte sectoare, anomalia gravitației cumulează, în părți aproape egale, influența cupolei de gaze și a domului de sare din adîncime.

Cercetări gravimetrice ulterioare au arătat că nu întotdeauna rezultatele obținute sunt convingătoare și în special atunci cind ridicarea sării în domuri este de mică amploare și domurile foarte slab boltite. Dacă în asemenea situații, orizonturile gazifere sunt mai adânci de 1000 m și rocile din cuvertură saturate cu apă, efectul cumulat al domului de sare și cupolei gazifere scade apreciabil. În unele cazuri, executarea de măsurători gravimetrice de înaltă precizie, în puncte alcătuind o rețea de mare detaliu, permite totuși conturarea unor astfel de structuri domale<sup>13</sup>.

### Concluzii

Studiul multilateral al datelor gravimetrice obținute pe teritoriul Transilvaniei conduce la cîteva considerații de ordin general, referitoare la distribuția masivelor de sare și la corelația dintre morfologia anomalilor reziduale și poziția structurală a sării.

<sup>13</sup> P. Tănăsescu. Măsurători gravimetrice de înaltă precizie și de mare densitate pentru detectarea deficitelor mici de masă din Depresiunea Transilvaniei. 1964. Arh. M.M.P.G. București.

Diapirele de sare sint dispuse pe anumite directii preferentiale care urmaresc, indeosebi, marginile de E si W ale depresiunii. Anomalii locale, care le reflectă, prezintă o individualitate pregnantă și se grefează pe aliniamente cu extindere regională, de-a lungul unor cufe în fascicole.

Pe marginea de N a depresiunii, anomaliiile gravimetricre reziduale reflectă distribuția primară a lentilelor de sare, fapt care indică absența presiunilor dinspre N și o afundare moderată a fundamentului către zona centrală a depresiunii.

În partea de SE a depresiunii, anomaliiile se prezintă într-o manieră diferită, în directă legătură cu intensitatea mică a diapirismului. Ele reflectă corpuri de sare, al căror mod de colectare este determinat de morfologia unui fundament relativ puțin adânc.

Marginea sudică a depresiunii, între masivul Făgăraș și valea Oltului, formează o zonă cu fundamentul apropiat de suprafață, în care sarea nu s-a depus.

Față de periferia diferențiată a depresiunii, partea centrală a ei se caracterizează numai prin dezvoltarea de lentile de sare la adâncimi mari, cărora le corespund domuri gazifere în cevertură.

## BIBLIOGRAFIE

- Airinei St., Botezatu R., Dumitru S., Popovici D., Stoeneșcu Sc. (1960) The use of the gravimeter for salt dome finding in the Romania People's Republic. *Rev. Géol. Géogr.*, 4, 2, București.
- Ciocîrdel R. (1952) Contribuții la cunoașterea geologiei regiunii Bistrița-Reghin. *D. S. Inst. Geol.*, 36, București.
- Dumitrescu I. (1958) Contribuționi la studiul domului diapir de sare de la Uioara (Ocna Mureșului). *Lucr. Inst. Petrol, Gaze, Geol.*, 4, București.
- Gavăt I. (1964) Interpretarea geologică a prospecțiunilor geofizice. I.P.G.G., București.
- Ilie M. (1952) Cercetări geologice în regiunea Cluj-Cojocna-Turda-Ocna Mureșului-Aiud. *An. Com. Stat Geol.*, 24, București.
- Koch A. (1900) Die Tertiär-bildungen des Beckens der siebenbürgischen Landesteile (Transilvania). II-a Neogene Abteilung. *Ungar Gesellsch.*, Budapest.
- Mrazec L., Jekelius E. (1927) Aperçu sur la structure du bassin néogène de Transylvanie et sur ses gisements de gaz. *Assoc. géol. Carp., Guide des Exc.*, București.
- Pătruț I. (1952) Geologia regiunii Beclan. *D. S. Inst. Geol.*, 36, București.
- Stoeneșcu Sc. (1962) Prospecțiuni gravimetricre în sud-vestul Transilvaniei.



- Stud. tehn. econ., Ser. D (Prosp. geofiz.), 4, Bucureşti.*
- Visarion M. (1969) Studiul anomaliei gravitații din zona masivului de sare de la Ocna Sibiului. *Stud. tehn. econ., Ser. D (Prosp. geofiz.), 7, Bucureşti.*
- Vancea A. (1960) Neogenul din Bazinul Transilvaniei. Ed. Acad. R.P.R., Bucureşti.
- Visarion M. (1959) Cercetări gravimetriche în Transilvania de NNE, cu privire specială asupra regiunii Bistrița. *D. S. Com. Stat Geol., 36, Bucureşti.*
- (1962) Contribution de la prospection gravimétrique à la détermination des structures à sel gemme et à sels de potassium des dépôts néogènes des Carpathes Orientales. *Rev. Géol. Géogr., 6, 2, Bucureşti.*
- (1967) Reflechissement des formes structurales à sel gemme et sels de K. et Mg dans les anomalies gravimétriques des territoires de la République Socialiste de Roumanie. *Assoc. géol. Carp. Balk., VIII-ème Congrès Géophys., Belgrad.*
- Voitești I. P. (1943) Sarea regiunilor carpaticice românești. F.R.P.L.A., Bucureşti.

## ANOMALIES GRAVIMÉTRIQUES DÉTERMINÉES PAR DES STRUCTURES À SEL GEMME DE TRANSYLVANIE

(Résumé)

Dans la Dépression de Transylvanie la recherche gravimétrique jouit d'excellentes conditions pour être mise en pratique en ce qui concerne le levé des massif de sel, car dans cette unité le sel se trouve presque partout, mais apparaît localement différencié dans des types de structures diverses responsables des changements sensibles de l'image de l'anomalie de la pesanteur.

Les études effectuées concernant d'une part l'interprétation adéquate des données gravimétriques d'observation et d'autre part l'étroite corrélation entre les résultats obtenus et les éléments de la structure géologique, ont conduit à établir une liaison directe entre la morphologie des anomalies et le type structural.

Sur les bords NW et NE de cette dépression les massifs de sel, sous forme de petites lentilles, déterminent des anomalies de faible intensité avec morphologie compliquée. En ce cas la source anomale étant de type lithologique. L'interprétation des données gravimétriques est difficile à faire et les résultats sont peu concluants.

Les zones où le sel s'associe de plis diapirs, offrent les meilleures conditions pour la recherche gravimétrique.

Le sel est recouvert par une couverture formée de séries marneuses et gréso-conglomératiques dont les dernières sont plus fréquentes sur le bord oriental de la dépression. Le sel, par rapport au Tortonien du toit et au Sarmatiens voire



même au Pliocène des flancs, produit un déficit de masse, fait qui explique les anomalies locales de minimum des anticlinaux à caractère diapirogène.

Un troisième type morphologique d'anomalies gravimétriques apparaît, rattaché aux dômes gazéifères. Du fait que le sel s'accumule dans les noyaux des dômes sous forme de lentilles plus fortes, l'effet qu'il produit s'ajoute à l'effet produit par les coupoles de gaz de la couverture du sel, si bien que l'on pourrait dessiner le contour des structures de type dômal par des recherches gravimétriques très détaillées et précises.

À partir de cette classification on analyse une série d'anomalies gravimétriques rattachées au point de vue génétique aux accumulations en sel, qu'on a considérées comme représentatives pour chaque zone ainsi délimitée.

La mise en valeur des résultats, dans un cadre géologique plus général, conduit à des renseignements sur la distribution en surface des massifs de sel et sur la présence de certaines failles jalonnées par quelques uns de ces massifs.

---

### EXPLICATION DE LA PLANCHE

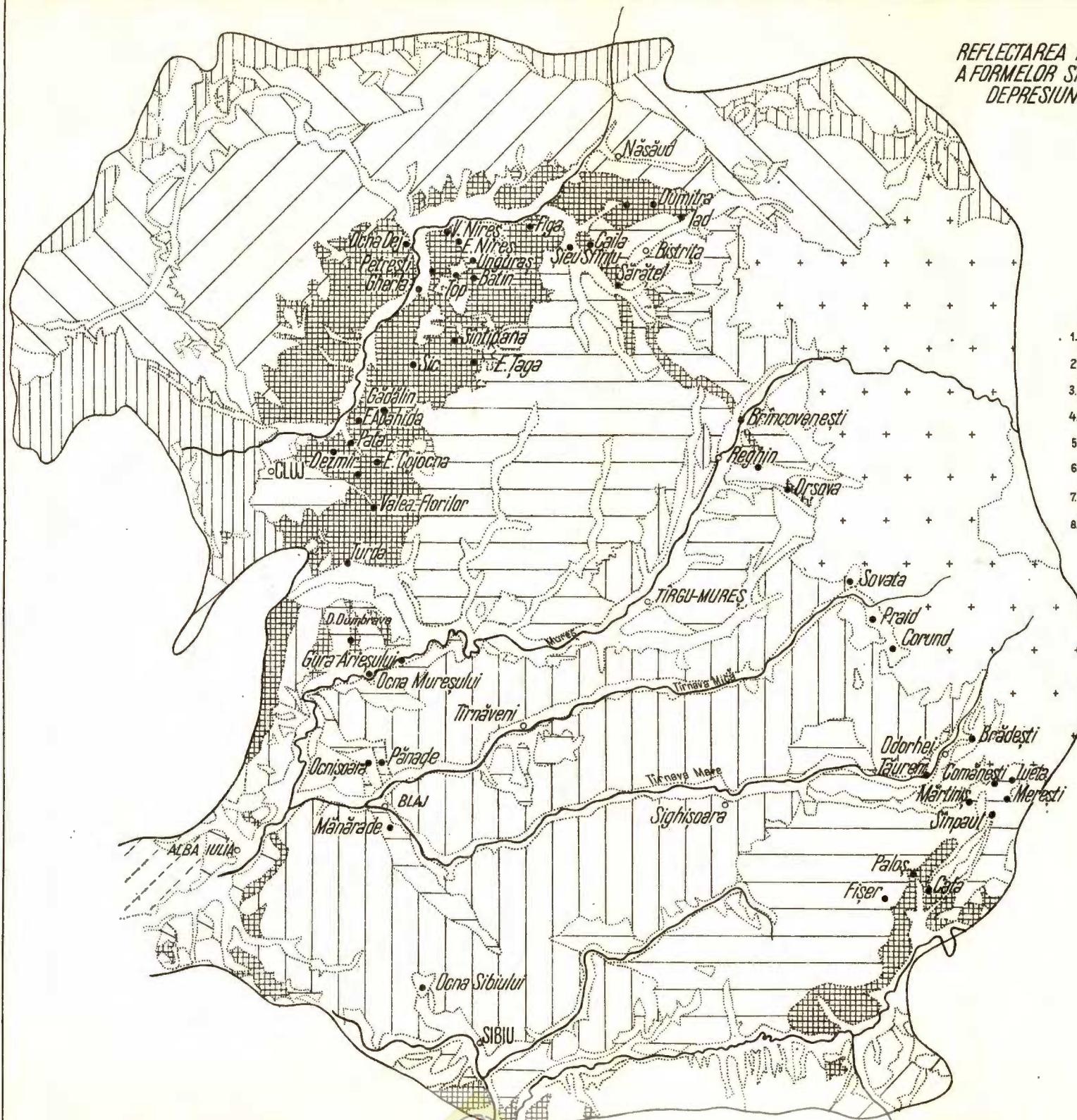
Anomalies gravimétriques déterminées par des accumulations en sel gemme, sur le territoire de la Transylvanie.

---



M. VISARION

## REFLECTAREA ÎN ANOMALII GRAVIMETRICE A FORMELOR STRUCTURALE CU SARE DIN DEPRESIUNEA TRANSILVANIEI



- 1. Panonian
  - 2. Sarmatian
  - 3. Tortonian
  - 4. Helvetican - Burdigalian
  - 5. Oligocen
  - 6. Eocen
  - 7. Cretacic
  - 8. Eruptiv neogen

CONTRIBUȚII LA METODICA DE APLICARE  
A REDUCERII DE VARIATIE DIURNĂ  
ÎN PROSPECTIUNEAL MAGNETOMETRICĂ

DE

ȘTEFAN AIRINEI, GEORGETA VELCESCU<sup>1</sup>

**Abstract**

Contributions to the Application Method of the Reducing of the Diurnal Variation in the Magnetometric Prospecting. Systematic measurements carried out by means of field magnetical variometers ( $Z$  and  $H$ ) in several points of the Romanian territory, within zones with different geological situations and during different years and seasons, pointed to the existence of some deviations comprised between  $\pm 30 \gamma$ , between diurnal variation diagrams recorded at the Surlari Geomagnetic Observatory, and the diurnal variation curves determined by field magnetical variometers. The problem is raised as to the studying of these deviations, and applying of reductions of diurnal variations indicated in the case of magnetometrical prospectings carried out over sedimentary areas and within zones showing a low intensity.

**Introducere.** Practica prospectiunii magnetometrice din ultimele două decenii, din țara noastră, a îmbunătățit și standardizat metodica de aplicare a reducerii de variație magnetică diurnă. Îmbunătățirea acestei metodici a evoluat în paralel cu tehnica măsurării valorilor primare  $\Delta Z$  și  $\Delta H$ . La evoluția tehnicii măsurătorilor propriu-zise și la îmbunătățirea metodicii de aplicare a variației geomagnetice diurne, o contribuție însemnată a fost adusă de prospecțiunea magnetometrică pe terenuri sedimentare. Necesitatea întocmirii de hărți magnetice, pentru asemenea terenuri, cu izogame la echidistanță de 5 sau  $10 \gamma$ , impune atât o calitate foarte bună a valorilor primare  $\Delta Z$  și  $\Delta H$ ,

<sup>1</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.



că și corectarea lor adecvată prin aplicarea reducerilor instrumentale și geofizice. Dintre ultimele, reducerea de variație geomagnetică diurnă, are ponderea cea mai importantă.

Datorită condițiilor tehnice existente, reducerea de variație geomagnetică diurnă s-a aplicat, ca regulă generală, utilizând buletinele magnetice elaborate la Observatorul geofizic Surlari. În unele cazuri s-au folosit fotocopii după magnetogrammele înregistrate la același observator.

Nu vom insista asupra metodicii de aplicare a variației geomagnetice diurne practicată în prezent în prospecțiunea magnetometrică. Descrierea ei, sub o formă sau alta, se găsește în oricare manual cu caracter didactic, tipărit la noi în ultimii ani. Vom marca, doar, două momente esențiale, care preced operațiunea propriu-zisă de reducere : (a) acordarea de fază a magnetogrammei la timpul local al regiunii prospectate (prin aplicarea diferenței de longitudine estică sau vestică față de observatorul geomagnetic care a înregistrat-o) și (b) fixarea „liniei de zero“ pe curba de reducere, cu originea la momentul de citire a bazei fiecărui ciclu măsurat (Airinei, 1961, p. 83—84). Nepracticarea corectă a momentelor citate, la unele lucrări mai vechi — la care, în cîteva cazuri, s-a adăugat și confuzia făcută între curba de înregistrare a variației diurne și curba de reducere (inversul primei) — a condus, în final, la hărți magnetice neutilizabile. Dar au fost și cazuri, semnalate în unele ocazii anterioare, în care, reducerile de variație diurnă aplicată corect după înregistrările Observatorului geomagnetic Surlari, ar fi condus la distorsionări sau deformări apreciabile ale morfologiei anomaliei magnetice.

**Observații semnalate anterior privind aplicarea reducerii de variație geomagnetică diurnă.** Prima observație datează din anul 1951 și a fost făcută cu ocazia prospecțiunii magnetometrice pentru zăcămîntul de fier de la Iulia (Dobrogea de nord). Timpul scurt, impus pentru predarea hărții magnetice — necesară întocmirii programului de foraje de explorare și lucrărilor miniere aferente a necesitat determinarea curbei de variație diurnă în regiune, concomitent cu măsurătorile de teren. Operațiunea s-a executat cu un variometru magnetic vertical de același tip cu cel care efectua prospecțiunea propriu zisă. Ulterior, curbele de variație diurnă înregistrate în perimetru prospectat, au fost comparate cu cele întocmite utilizând buletinele magnetice ale Observatorului geomagnetic Surlari. Trei asemenea perechi de curbe (pentru 2, 3



și 4 mai 1951) au fost reproduse și comentate în lucrarea care a prezentat rezultatele prospecțiunii magnetometrice (Arienei, 1962 a). Mersul general al curbelor este comparabil. În cadrul acestui mers general, ele prezintă abateri între 5 și 20 γ, pentru intervalul de timp între orele 8—14, și abateri mai mari, pînă la 55 γ, după ora 14. Abaterile semnalate au fost puse pe seama particularităților locale ale substratului regiunii prospectate (roci eruptive care străbat formațiunile triasice, ultimele încorporînd lentile cu minereu de fier), particularități locale foarte diferite de cele ale Observatorului geomagnetic Surlari (Constantinescu, Milea, 1955). Fluctuațiile locale de pe curbele de variație diurnă înregistrate pe teren, absente pe curbele întocmite utilizînd buletele magnetice ale Observatorului geomagnetic Surlari pot fi puse, de asemenea, pe seama caracterelor locale legate de condițiile geologice diferite din substratul celor două regiuni, și care, probabil, au reacționat diferit la emisiunea corpusculară a Soarelui (Constantinescu, 1954).

Paralelizări între curbele de variație diurnă înregistrate la Observatorul geomagnetic Surlari și în alte puncte din țară, s-au făcut sporadic, în legătură, mai ales, cu măsurătorile de micromagnetism. A fost prezentat și publicat un singur caz de acest tip (Arienei, 1962 b). El se referă la ziua de 28 noiembrie 1958, pentru intervalul de timp cuprins între orele 8—11, corespunzător unui panou de micromagnetism centrat pe calea ferată Brașov-Întorsura Buzăului, lîngă Halta Bunila. Curba de variație diurnă înregistrată pe teren, este dată de valorile  $\Delta Z$  măsurate la intervale de 3—4 min. în baza panoului, iar abaterile între cele două curbe de variație diurnă, ating valori pînă la 20 γ. Din punct de vedere geologic, panoul măsurat micromagnetic se află situat pe depozite cuaternare, acumulate pe depozite de fliș cretacic. Într-o situație geologică asemănătoare, se află și panoul centrat pe conducta magistrală de gaze naturale la sud de Bicsad, măsurat la 19 octombrie 1958. Perechea de curbe de variație diurnă înregistrate pe teren și la Observatorul geomagnetic Surlari, pentru intervalul cuprins între orele 9—17, este reproducă în figura 1. Abaterile de pînă la 2 γ între curbe arată, o bună concordanță între seriile de înregistrări. O bună concordanță între perechile de curbe de variație diurnă, a fost obținută și pentru panourile de micromagnetism măsurate în cursul lunii septembrie 1966, în Delta Dunării. Figura 2 reproduce perechea de curbe de variație diurnă înregistrate în ziua de 22 septembrie 1966 la Observatorul geomagnetic Surlari și în bazele a două panouri măsurate micromagnetic.



pe cordonul litoral între Sulina și Sf. Gheorghe<sup>2</sup>. Abaterile dintre curbe, pentru toate cazurile, nu depășesc 2—3 γ.

În sfîrșit lucrările experimentale gravimetrice-magnetometrice pentru prospectarea bauxitei din Pădurea Craiului, au prilejuit o para-

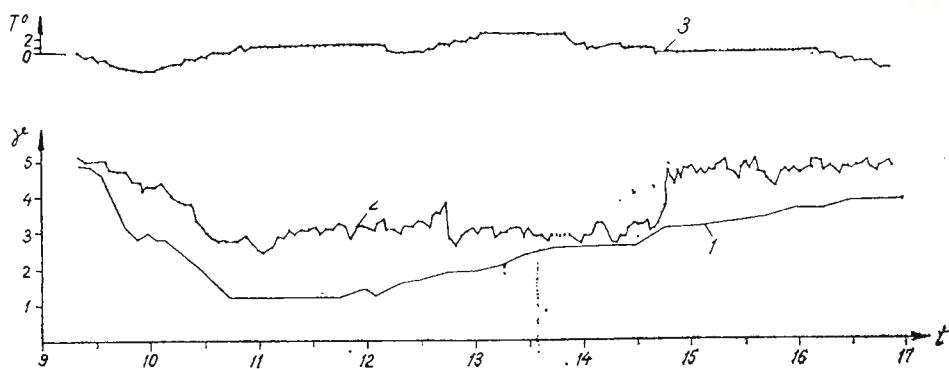


Fig. 1. — Curbele de variație diurnă din 19 octombrie 1958 :  
1, diagrama de variație diurnă înregistrată la Observatorul Geomagnetic Surlari, 2, idem, determinată pe teren, la sud de Bicsad; 3, curba de variație a temperaturii din camera interioară a variometrului de teren.

Courbes de la variation diurne du 19 octobre 1958 :  
1, diagramme de la variation diurne enregistrée à l'Observatoire Géomagnétique de Surlari;  
2, idem déterminé en terrain, dans le Delta du Danube; 3, courbe de la variation de la température dans la chambre intérieure du variomètre de terrain.

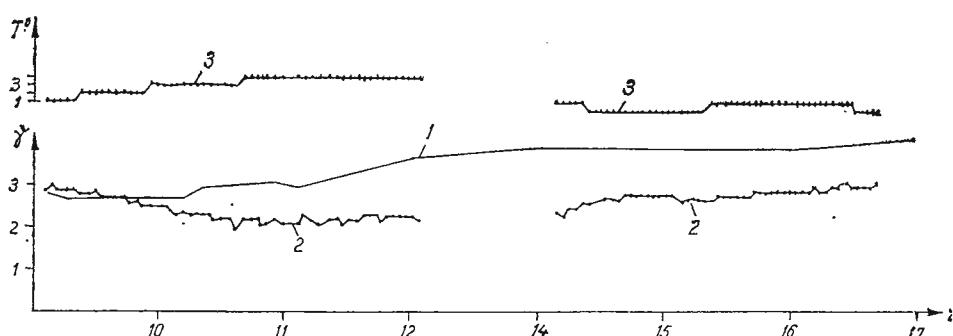


Fig. 2. — Curbele de variație diurnă din 22 septembrie 1966 :  
1, diagrama de variație diurnă înregistrată la Observatorul Geomagnetic Surlari, 2, idem, determinată pe teren, în Delta Dunării; 3, curba de variație a temperaturii din camera interioară a variometrului de teren.

Courbes de la variation diurne du 22 septembre 1966 :  
1, diagramme de la variation diurne enregistré à l'Observatoire Géomagnétique de Surlari;  
2, idem déterminé en terrain, dans le Delta du Danube; 3, courbe de la variation de la température dans la chambre intérieure du variomètre de terrain.

<sup>2</sup> St. Airinei. Lucrări de teren executate în anul 1966 pentru realizarea „Hărților geofizice ale R. S. România, la scara 1:200.000“. 1967. Arh. I.G.A., București.

lelizare mai amplă a curbelor de variație diurnă înregistrate la Observatorul geomagnetic Surlari cu cele obținute pe teren (A irinei, V elcescu, 1970). Planșa I reproduce cele zece perechi de curbe ale variației diurne din intervalul 31 mai-10 iunie 1969, precum și curbele de variație ale temperaturii interioare a magnetometrului folosit la înregistrările de variație diurnă pe teren. Neconcordanța dintre curbele de variație a temperaturii și curbele de variație diurnă, demonstrează buna

TABELUL 1

*Sinteza și analiza curbelor de variație diurnă determinate în masivul Pădurea Craiului (sau Tinăud), cu variometrul magnetic vertical Fanselau 60/159*

Nr. crt.	Data	Abateri extreme între cele două curbe de variație diurnă (în gamma)	Abateri medii	
			$\bar{X}_a$	A
1	31.V.1966	+14,4 și -8,4	6,1	0,65
2	1.VI.1966	+13,2 „ -10,2	4,9	0,39
3	2.VI.1966	+ 3,6 „ -31,2	16,5	3,20
4	3.VI.1966	+14,4 „ -14,4	9,6	0,51
5	4.VI.1966	+21,6 „ -14,0	8,3	0,54
6	5.VI.1966	+ 6,0 „ -15,6	5,7	0,43
7	7.VI.1966	+ 3,6 „ -19,2	8,2	0,59
8	8.VI.1966	+ 4,8 „ -14,4	9,3	0,91
9	9.VI.1966	+14,0 „ -21,6	10,7	1,70
10	10.VI.1966	+ 4,8 „ -16,8	8,8	0,75

compensare mecanică de temperatură a variometrului magnetic. Și în acest caz, variometrele magnetice folosite la măsurătorile de teren propriu-zise și pentru determinarea curbei de variație diurnă au fost de același tip (variometre Fanselau cu fir de torsiune).

Perechile de curbe de variație diurnă au un mers general foarte asemănător. Diferențele constau din amplificarea, cu amplitudini variabile de la zi la zi, a maximelor și minimelor curbelor de variație determinate în teren, în comparație cu cele înregistrate la Observatorul Surlari. Tabelul 1 cuprinde sinteza și analiza abaterilor înregistrate pentru fiecare pereche de curbe.



Atât din valorile abaterilor extreme (amplitudini cuprinse între 19,2 și 35,6 γ), cât și din valorile abaterilor medii (aritmetice și patratice), apare clar pericolul, exprimat deja, (Airinei, Velcescu, 1970) de a construi hărți magnetice folosind valori  $\Delta Z$  măsurate în regiuni în care rocile dau efecte magnetice cartate prin anomalii de slabă intensitate ( $< 10 \gamma$ ). Asemenea valori  $\Delta Z$ , cărora li s-a aplicat reducerea de variație diurnă înregistrată în alt loc decât regiunea de lucru, conduce inevitabil la deformarea imaginii anomaliei magnetice și, eventual, la înregistrarea de termeni anomali de maxim și de minim lipsiți de semnificație geologică.

**Determinarea variației geomagnetice diurne cu variometre magnetice de teren la Observatorul geomagnetic Surlari.** Semnalarea abaterilor sistematice între curbele de variație diurnă înregistrate la Observatorul geomagnetic Surlari și cele determinate în perimetru prospectat din Pădurea Craiului precum și discuțiile pornite pe această temă între specialiștii interesați, a condus la două activități independente în cadrul Secției de gravimetrie, magnetometrie și Observatorul geofizic Surlari, din I.G.A., vizând — cu mijloace și metodici diferite — urmărirea și definirea particularităților locale în mersul variației geomagnetice diurne pe teritoriul României.

Una dintre activități s-a desfășurat în cadrul Sectorului de geo-electromagnetism ; sint fructificate — și sub acest aspect — înregistrările efectuate cu stațiile mobile de tip Bobrov în diferite puncte pe teritoriul țării, prin compararea lor cu cele de la Surlari. Primele rezultate referitoare la perturbațiile locale în mersul variației diurne solare calme ( $S_q$ ), sint relatate într-un raport preliminar<sup>3</sup>.

Cealaltă activitate a fost continuată în cadrul Sectorului de cercetări și elaborarea hărților geofizice ale R. S. România prin serii de măsurători cu variometre magnetice de teren, Z și H, timp de două sau mai multe zile, pe sărite, în puncte alese pentru fiecare perimetru de lucru din campania 1968<sup>4</sup>. Scopul acestor serii de măsurători nu a fost acela de a evidenția perturbațiile locale ale variațiilor diurne, ci, indirect, evaluarea erorilor ce pot interveni la aplicarea, prin extrapolare, a reducerilor obținute pe baza datelor de la Observatorul geomagnetic Surlari.

<sup>3</sup> Alexandra Ionescu, Renée Segall, A. Soare. Perturbații locale și mersul variației geomagnetice diurne pe teritoriul român. 1968. Arh. I.G.A., București.

<sup>4</sup> Șt. Airinei. Lucrări de teren executate în anul 1968 pentru realizarea „Hărților geofizice ale R. S. România la scara 1:200.000“. 1968. Arh. I.G.A., București.

Primele serii de măsurători au fost efectuate la Observatorul geomagnetic Surlari, două zile consecutive (14 și 15 mai 1968). Scopul acestor măsurători a fost de a preciza gradul de paralelizare al curbelor de variație diurnă, înregistrate cu variometrele Z și H de teren, cu cele ale observatorului. Rezultatele obținute sunt reproduse grafic în figurile 3 și 4, iar analiza lor este sintetizată în tabelul 2.

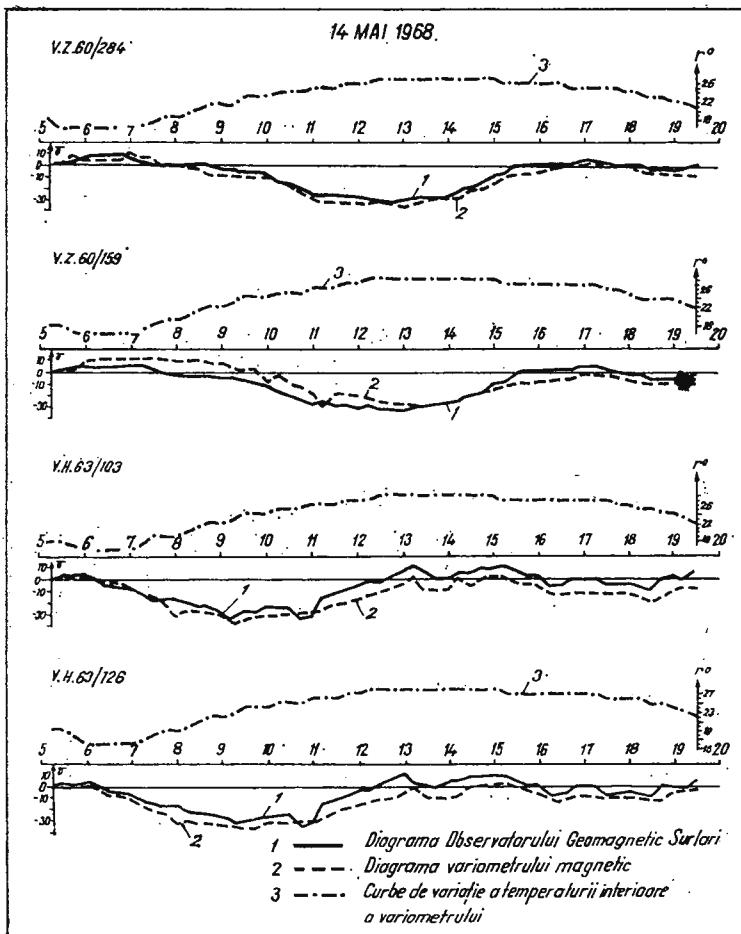


Fig. 3. — Curbele de variație diurnă din 14 mai 1968 :

1, diagramele de variație diurnă înregistrate la Observatorul Geomagnetic Surlari; 2, idem, determinate cu variometrele magnetice de teren în incinta Observatorului Geomagnetic Surlari; 3, curbe de variație a temperaturii interioare ale variometrelor de teren.

Courbes de la variation diurne du 14 mai 1968 :

1, diagrammes de la variation diurne enregistrés à l'Observatoire Géomagnétique de Surlari; 2, idem, déterminés avec des variomètres magnétiques de terrain dans l'enceinte de l'Observatoire Géomagnétique de Surlari; 3, courbes de la variation de la température dans les chambres intérieures des variomètres de terrain.

Paralelismul dintre curbe este aproape perfect. Amplitudinile maxime ale abaterilor dintre ele sunt, în general, sub eroarea sistematică de citire, de cca  $\pm 1 \gamma$ , la variometrele de teren, respectiv de înregistrare la variometrele înregistratoare ale observatorului. Abaterile

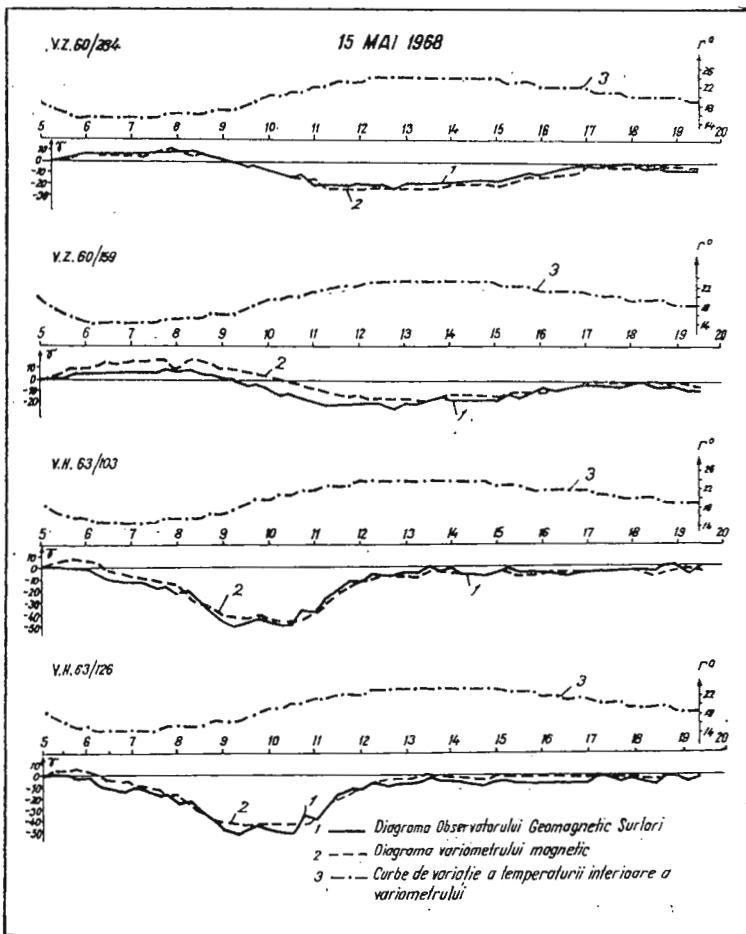


Fig. 4. — Curbele de variație diurnă din 15 mai 1968 :  
1, diagramele de variație diurnă înregistrate la Observatorul Geomagnetic Surlari; 2, idem, determinate cu variometrele magnetice de teren în incinta Observatorului Geomagnetic Surlari; 3, curbe de variație a temperaturii în camerele interioare ale variometrelor de teren.

Courbes de la variation diurne du 15 mai 1968 :  
1, diagrammes de la variation diurne enregistrés à l'Observatoire Géomagnétique de Surlari; 2, idem, déterminés avec les variomètres magnétiques de terrain dans l'enceinte de l'Observatoire Géomagnétique de Surlari; 3, courbes de la variation de la température dans les chambres intérieures des variomètres de terrain.

medii aritmetice ( $\bar{X}_a$ ) și pătratice (A) de ordinul zecimilor, respectiv sutimilor de gamma, reflectă gradul de reproducere, deosebit de bun, al curbelor de variație diurnă determinate cu variometrele de teren, în comparație cu cele obținute cu variometrele înregistratoare ale observatorului.

TABELUL 2

*Analiza curbelor de variație diurnă determinate cu variometrul de teren la Observatorul geomagnetic Sulari (operatori: Atina Popescu, D. Popescu)*

Data	Variometre Fanselau	Abateri extreme între curbele de variație diurnă (γ)	Abateri medii între curbele Observatoru- lui și ale variome- trelor de teren		Abateri medii între curbele variometre- lor de teren	
			$\bar{X}_a$	A	$\bar{X}_a$	A
14 mai 1968	Z 60/284	-11 și + 4	4	0·1	3,3	0,387
	Z 60/159	-13 „ +14	4	0·6		
	H 63/103	-13 „ + 4	8	0·5		
	H 63/126	-18 „ + 4	7	0·5		
15 mai 1968	Z 60/284	- 6 „ + 4	2	0·2	2,3	0,244
	Z 60/159	0 „ +14	6	0·6		
	H 63/103	-11 „ + 6	4	0·4		
	H 63/126	- 5 „ + 8	4	0·1		

Din paralelismul curbelor de variație diurnă, decurg încă două precizări în legătură cu starea tehnică a variometrelor de teren: lipsa sau valori neglijabile pentru driftul firelor de torsiu și buna compensare mecanică de temperatură a sistemelor magnetice.

Variațiile de temperatură (înscrise într-o bandă de circa 6—8°) au un mers lent crescător sau lent descrescător. Alura lor nu se reflectă în alura curbelor de variație diurnă.

Necompenșarea mecanică de temperatură, sau deregлarea compenșării realizată de casa constructoare, ar fi pusă în evidență prin abateri sistematice, proporțional crescătoare sau proporțional descreșcătoare, între curba de variație diurnă obținută cu variometrul de teren și curba

de variație diurnă înregistrată de observatorul geofizic (variometrele observatorului înregistrează în regim termostatat).

**Determinări de variație geomagnetică diurnă în diferite puncte pe teritoriul Munteniei și Olteniei.** În decursul campaniei de teren 1968, au fost efectuate măsurători în 16 zile, în cinci puncte diferite, situate

TABELUL 3

*Punctele în care a fost măsurată variația geomagnetică diurnă cu variometre magnetice de teren, Z și H*

Nr. crt	Locul înregistrării	Poziția geografică		Formațiunea geologică a substratului imediat
		$\lambda$	$\varphi$	
1	Mărăcineni (Buzău)	26°48'34"	45°10'25"	Formațiuni de molasă (tip avanfosă)
2	Năruja	26°46'43"	45°49'01"	Formațiuni de molasă (tip avanfosă)
3	Brezoi	24°14'00"	45°20'45"	Formațiuni cristalofiliene (masivul central meridional)
4	Ciineni	24°15'41"	45°29'34"	Formațiuni cristalofiliene (masivul central meridional)
5	Braniște	23°47'10"	44°16'12"	Formațiuni neogene (etaj structural superior al platformei moeziice)

în perimetrele măsurate pentru foile de hartă Covasna, Pitești și Craiova. Coordonatele geografice ale punctelor și formațiunile geologice din substratul imediat sunt menționate în tabelul 3. Măsurările au fost efectuate de D. Popescu și Atina Popescu. În ultima parte a campaniei, au mai participat ing. S. Rădan, Al. Spinochi și Corneliu Spinochi.

În planșa II sunt reproduse patru seturi cu serii de curbe de variație diurnă și de temperatură (notate a, b, c, d), una pentru o zi în fiecare punct măsurat (Mărăcineni, Năruja, Brezoi și Braniște). În general se constată un bun paralelism între curbele perechilor de variometre magnetice Z și H, pe de o parte, și între curbele variometrelor de teren și cele înregistrate la Observatorul geomagnetic Surlari, pe de altă parte.

Tabelul 4 centralizează datele care interesează toate măsurările efectuate în cele 16 zile de teren. Sunt înregistrate pentru fiecare variometru, abaterile extreme între curbele date de Observatorul geomagnetic

TABELUL 4

*Sinteza și analiza curbelor de variație diurnă determinate în diferite puncte pe teritoriul Munteniei și Olteniei*

Locul	Nr. crt.	Data	Variometrul folosit	Abateri extreme între curbele de variație diurnă $\gamma$		Abateri medii între curbele Observatorului și ale variometrelor de teren	
				5	6	$\bar{X}_a$	A
1	2	3	4	5	6	7	8
MĂRĂGINENI (BUZĂU)	1	31 mai 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 - 6 0 + 10	+1,4 +12 +11 + 4	5 4 4 4	0,51 0,38 0,39 0,38
	2	1 iunie 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 0 0 - 18	+26 +36 + 8 + 4	7 23 4 4	1,27 1,06 0,31 0,54
	3	13 iunie 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	- 2 - 4 - 28 - 16	+37 +16 + 3 +25	20 8 11 6	1,50 0,60 1,01 0,66
	4	29 iunie 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	- 44 - 24 - 21 - 4	+15 +17 + 8 +28	2 8 7 8	2,28 0,87 1,09 0,90
	5	1 iulie 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 0 0 0	+17 +26 +13 +26	7 7 5 15	0,68 0,73 0,51 0,99
	6	7 august 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 0 0 0	+ 8 +18 +16 +12	8 7 6 5	0,65 1,08 0,55 0,06
	7	22 aug. 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 0 0 0	+20 +16 +14 +14	8 7 5 5	0,83 0,66 0,41 0,33
	8	26 august 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 0 0 0	+11 +11 + 9 + 7	4 5 3 3	0,47 0,37 0,39 0,29
	9	5 sept. 1968	Z 60/284 Z 60/159 H 63/103 H 63/126	0 0 0 0	+46 +10 +14 +25	13 4 4 7	1,02 0,34 0,49 0,74
BREZOI							
GÎNENI							



TABELUL 4 (Continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8
BRANIȘTE (CRAIOVA)	10 1 oct. 1968	Z 60/284	-14	+10	5	0,54	
		Z 60/159	- 5	+13	4	0,58	
		H 63/103	- 8	+14	7	0,76	
		H 63/126	-18	+16	7	0,74	
	11 7 oct. 1968	Z 60/284	0	+30	16	1,16	
		Z 60/159	0	+28	14	1,02	
		H 63/103	-20	+10	12	0,92	
		H 63/126	-21	+ 6	8	0,65	
	12 8 oct. 1968	Z 60/284	-23	+23	15	0,97	
		Z 60/159	-15	+16	10	0,54	
		H 63/103	-28	+ 4	12	1,21	
		H 63/126	-20	+ 6	8	0,87	
	13 30 oct. 1968	Z 60/284	- 5	+15	7	0,71	
		Z 60/159	0	+18	8	0,77	
		H 63/103	- 6	+14	6	0,66	
		H 63/126	-10	+14	5	0,40	
	14 31 oct. 1968	H 63/103	-36	+33	13	1,92	
		H 63/126	-71	+13	11	1,91	
	15 1 nov. 1968	H 63/103	-82	+24	11	2,57	
		H 63/126	-82	+18	14	2,51	
	16 4 nov. 1968	H 63/103	-- 20	+18	7	0,97	
		H 63/126	- 8	+ 8	4	1,04	

Surlari și curbele obținute cu variometrele de teren și abaterile medii ( $\bar{X}_a$  și A) calculate pentru întregul șir de valori citite la variometrele Z și H pentru definirea fiecarei diagrame de variație diurnă (în medie 55 citiri). Exceptând zilele de 31 octombrie și 1 noiembrie 1968, cînd la Observatorul geomagnetic Surlari este înregistrată o furtună magnetică intensă — curbele de variație diurnă ale variometrelor de teren sunt de asemenea puternic agitate, ceea ce face ca, datorită necontinuității lor, să se producă întîmplător abateri mari de pînă la  $80 \gamma$  — pentru restul zilelor, pe diagramele de variație diurnă paralelizate, abaterile extreme sunt situate între valorile  $+ 46$  și  $- 44 \gamma$ . Abaterile medii ( $\bar{X}_a$  și A) pentru zilele calme sunt cuprinse între limitele : 3 și  $23 \gamma$ , respectiv 0,31 și 1,27  $\gamma$ .

Din analiza perechilor de curbe de variație diurnă : Observator Surlari-variometre de teren, pe de o parte, și dintre curbele de variație



diurnă determinate cu variometrele de teren și a curbelor de variație a temperaturii, pe de altă parte — pentru cele 16 zile înscrise în tabelul 4 — se pot trage următoarele două concluzii în legătură cu condițiile tehnice ale variometrelor de teren utilizate la citirile variației diurne în stațiile citate :

1) variometrele de teren apar ca bine compensate pentru variațiile de temperatură ;

2) firele de torsiune ale variometrelor, cel puțin pentru intervalele de timp în care au fost solicitate, par a nu prezenta fenomene de drift.

În această situație — exceptând înregistrările din două zile diferite a unuia dintre variometrele verticale, cind se constată o deplasare de „punct zero“, de circa  $+10\gamma$ , în raport cu înregistrarea paralelă a celuilalt variometru vertical de teren — diferențele existente între diagramele de variație diurnă ale Observatorului geomagnetic Surlari și diagramele de variație diurnă obținute cu variometrele de teren, constituie abateri provocate de cauze independente de aparatul geofizic folosit.

Ordinul de mărime al abaterilor este sensibil același și apare independent de poziția geografică a punctelor în care s-au executat înregistrările, inclusiv de natura geologică a substratului imediat. În această împrejurare, fără a neglija influența cauzelor interne, legate de natura geologică a subsolului, în studierea abaterilor variațiilor diurne în diferitele puncte de pe teritoriul național, trebuie să considerăm și cauze externe, legate de tipul centrelor de perturbație ionosferică, care se manifestă variabil ca intensitate în timp și ca traiect în spațiu în raport cu punctul de observație<sup>5</sup>.

**Concluzie.** Înregistrările de variație diurnă realizate cu variometre magnetice de teren, în diferite puncte de pe teritoriul național, au pus în evidență abateri cuprinse într-un domeniu delimitat de valorile extreme  $\pm 30\gamma$  față de diagramele de variație diurnă înregistrate la Observatorul geomagnetic Surlari. Independent de natura acestor abateri — cauze interne, legate de conținutul geologic al substratului imediat, sau cauze externe, dependente de variabilitatea intensității și traiectul centrelor de perturbație ionosferică — ele există, și trebuie să se țină seama de ele în momentul aplicării „reducerii de variație diurnă“, mai ales în cazul prospecțiunilor magnetometrice pe terenuri sedimentare și în zone unde urmează să fie cartate anomalii magnetice de intensitate mică.

<sup>5</sup> Op. cit., pct. 3.

## BIBLIOGRAFIE

- Airinei Șt. (1961) Practica geologică. Prospectiuni geofizice. II, Ed. Tehnică, Bucureşti.
- (1962 a) Ridicări magnetometrice de detaliu în regiunea Iulia (Dealul Dumbrava). *D. S. Com. Geol.*, XLVIII, Bucureşti.
  - (1962 b) Efectul magnetic al conductelor de oțel îngropate și al șinelor de C.F. *D. S. Com. Geol.*, XLVI, Bucureşti.
  - Velcescu Georgeta (1970) Lucrări experimentale gravimetrice-magnetometrice pentru prospectarea bauxitei în Pădurea Craiului (sectoarele Cornetu și Zece Hotare). *St. tehn. econ., Com. Geol.*, Ser. D. (Prosp. geof.), 7. Bucureşti.
- Constantinescu L. (1964) Contribuții la studiul morfologiei furtunilor magnetice. *Bul. Șt. Acad. R.P.R. Secț. mat. fiz.*, 6, 3, Bucureşti.
- Milea M. (1955) Contribuții la studiul curenților telurici I. Amplasamentul și sistemul de înregistrare. Perturbații în golf. *Bul. Șt. Acad. R.P.R. Secț. mat., fiz.*, 7, 3, Bucureşti.
- Milea M. (1957) Elemente de geomagnetism. Ed. Tehnică, Bucureşti.

## CONTRIBUTION À LA MÉTHODE D'APPLIQUER LA RÉDUCTION DE LA VARIATION DIURNE DANS LA PROSPECTION MAGNÉTOMÉTRIQUE

(Résumé)

Ces dernières années, on a exécuté — pendant des saisons différentes — des mesurages systématiques avec des variomètres magnétiques de terrain ( $Z$  et  $H$ ), dans plusieurs points situés en différentes régions de la Roumanie. Le substratum géologique de ces points diffère d'une région à l'autre.

En comparant les courbes de la variation diurne obtenues par les mesurages effectués à l'aide des variomètres de terrain, avec les diagrammes de la variation diurne enregistrés à l'Observatoire Géomagnétique de Surlari (partiellement reproduits dans les figures 1, 2, 3 et 4; idem pl. I et II) ont été mis en évidence des écarts qui restent dans un domaine limité de valeurs extrêmes  $\pm 30 \gamma$  (tab. I, 2 et 4).

L'apparition des écarts signalés n'est imputable ni aux phénomènes de dérive des appareils de mesure ni aux influences de la non-compensation intégrale des variations de température. Les auteurs apprécient que la présence de ces écarts pourrait être mise sur le compte de certaines causes internes (constitution géologique du substratum immédiat, différent d'une zone à l'autre) autant que sur le compte de causes externes (attachées aux types et aux trajets des centres de perturbation ionosphériques). Le prospecteur doit tenir compte de l'existence de ces écarts — quel que fût leur substratum physico-géologique — et



doit appliquer des réductions de variation diurne adéquates, surtout au cas des prospections magnétométriques sur des terrains sédimentaires et dans des zones où des anomalies magnétométriques de faible ampleur sont à lever.

---

## TABLEAUX NUMÉRIQUES

### Tableau 1

Synthèse et analyse des courbes de la variation diurne déterminées dans le Massif de Pădurea Craiului (village de Tinăud) avec le variomètre magnétique vertical Fanselau 60/159.

### Tableau 2

Analyse des courbes de la variation diurne déterminées avec le variomètre de terrain à l'Observatoire Géomagnétique de Surlari (opérateurs Atina Popescu, Dr. Popescu).

### Tableau 3

Points où l'on a mesuré la variation géomagnétique diurne avec des variomètres magnétiques de terrain  $Z$  et  $H$ .

### Tableau 4

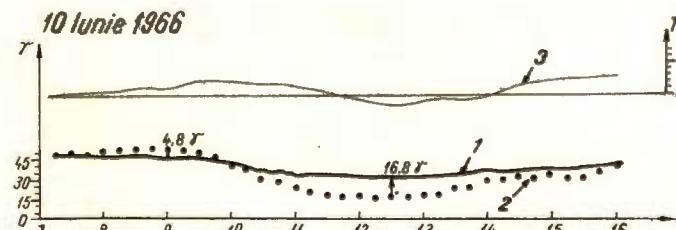
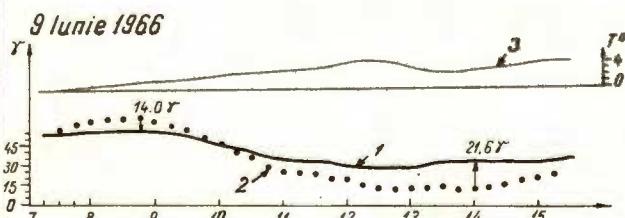
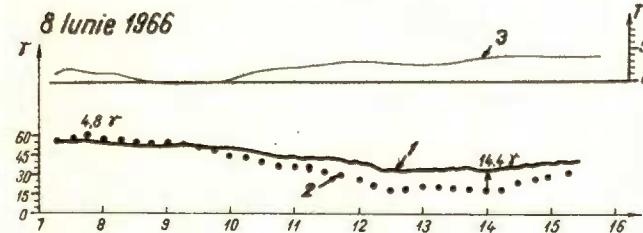
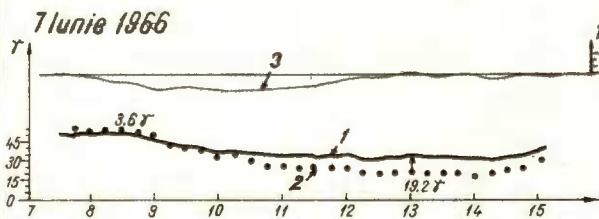
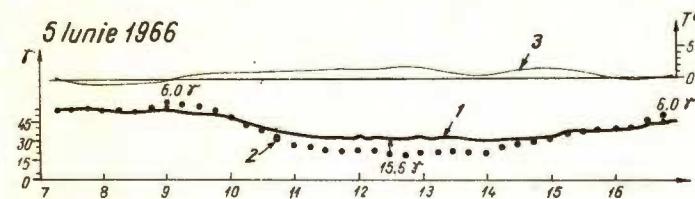
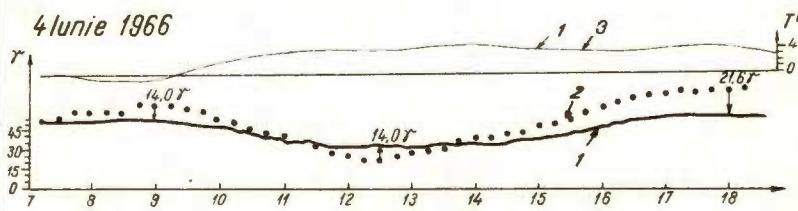
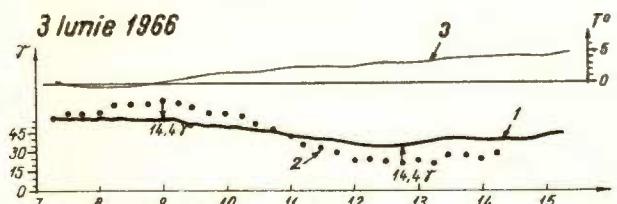
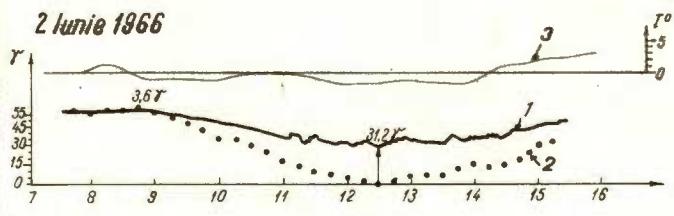
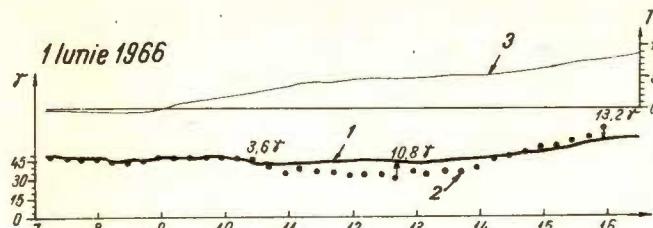
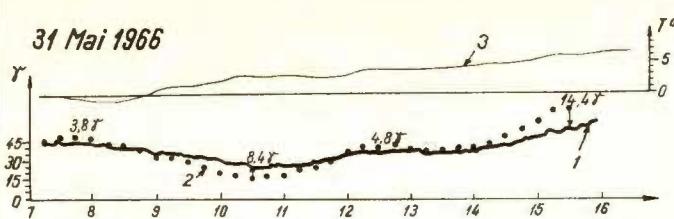
Synthèse et analyse des courbes de la variation diurne déterminées dans différents endroits du territoire de la Munténie et de l'Olténie.

---

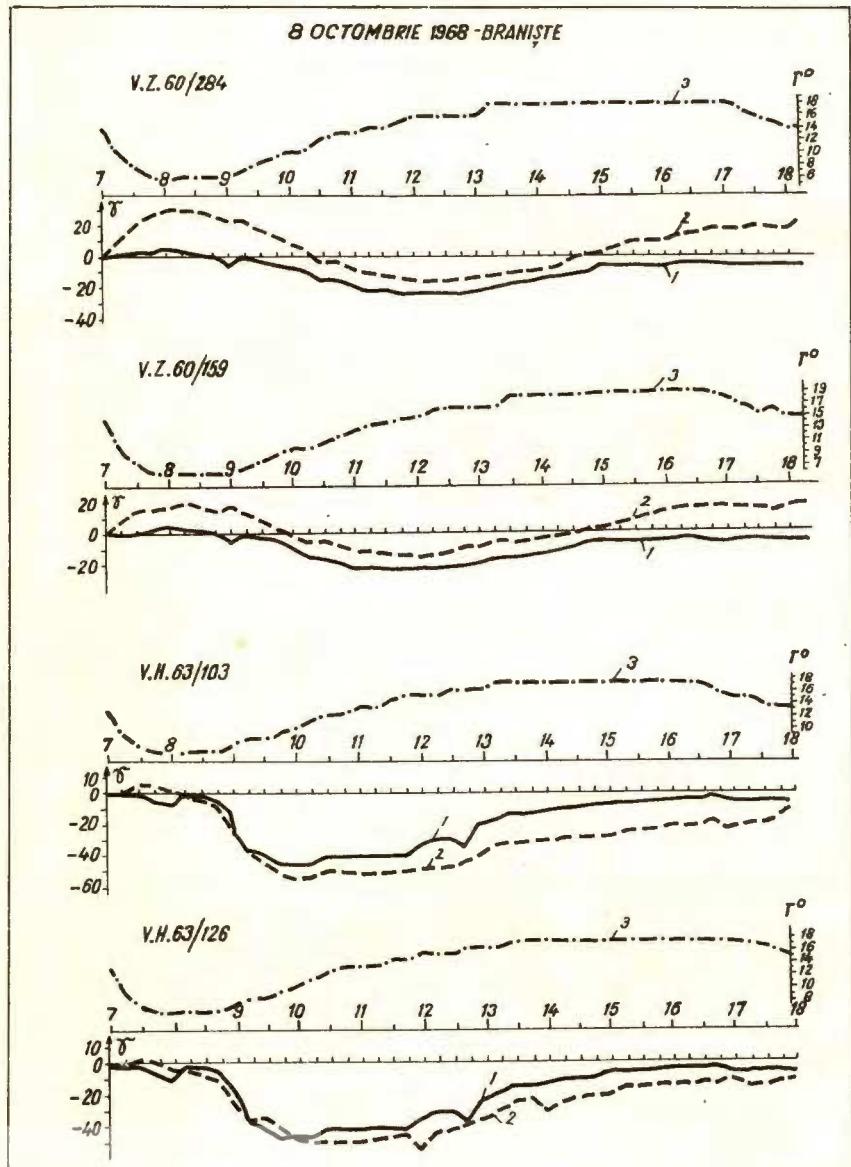
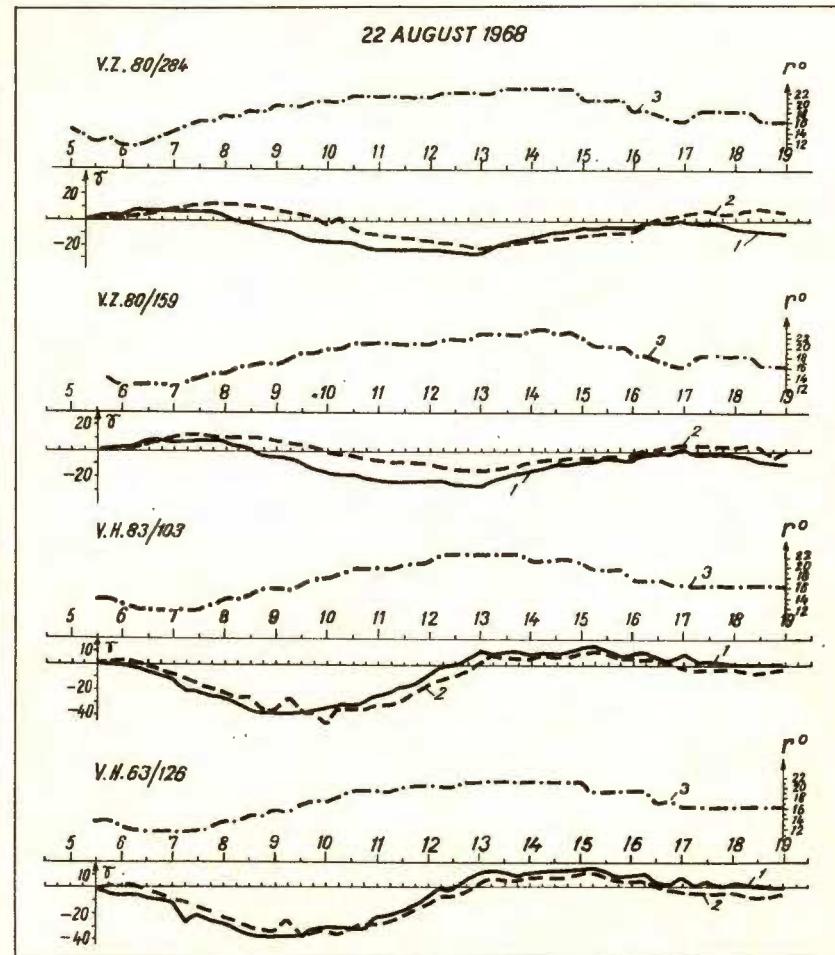
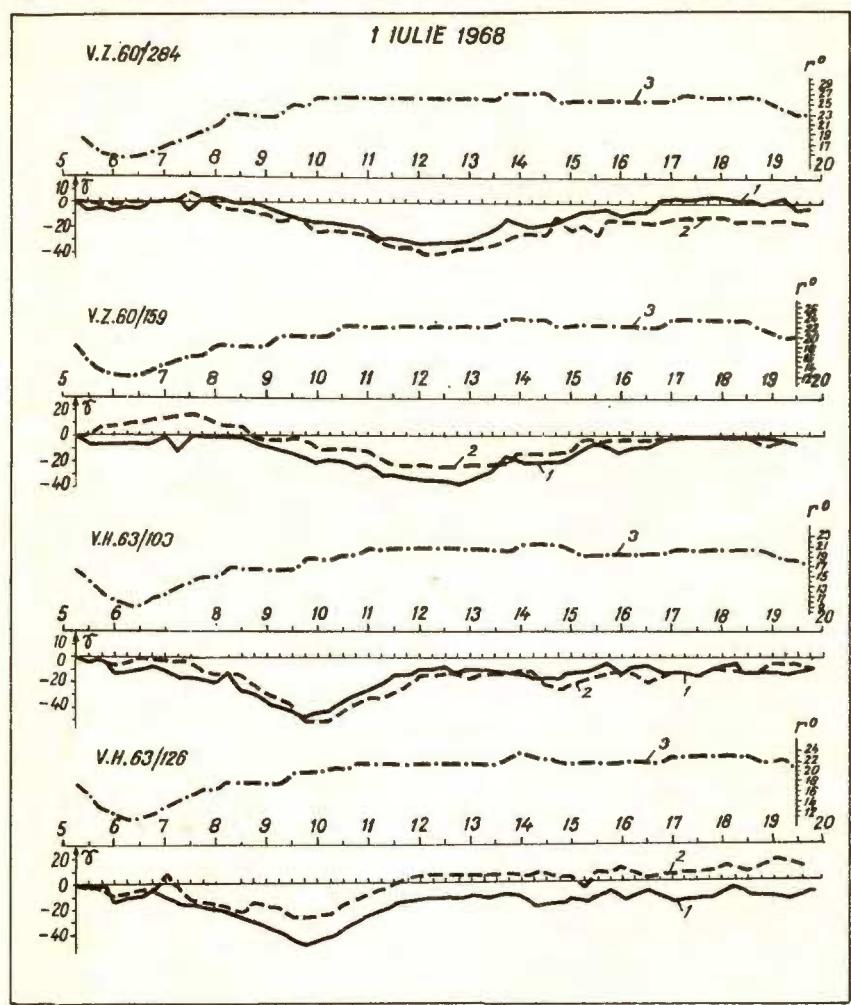
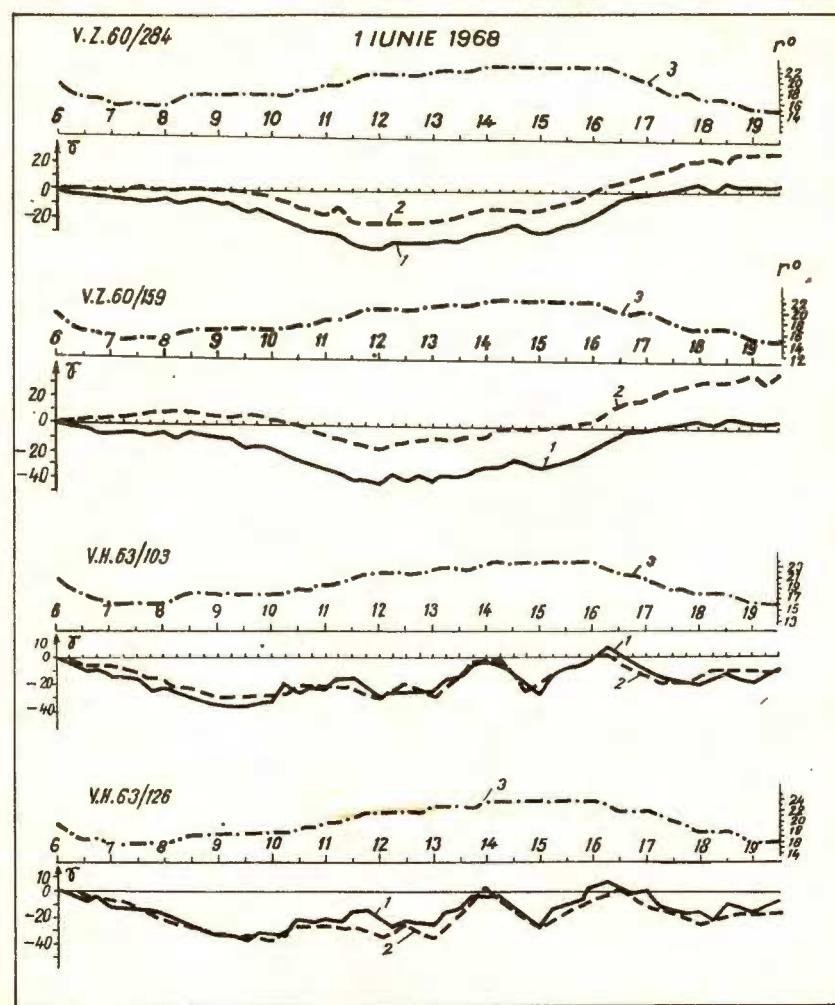




Institutul Geologic al României



- 1 — Diagrama Observatorului Geomagnetic Surlari
- 2 ..... Diagrama variometrui magnetic
- 3 — Curba de variație a temperaturii interioare a variometrului



## *Legendă*

- 1 ————— Diagrama Observatorului Geomagnetic Surlari  
 2 - - - - - Diagrama variometrului magnetic  
 3 - - - - - Curba de variatie a temperaturii interioare  
                   a variometrului

# CERCETĂRI PRIN METODA POLARIZAȚIEI PROVOCATE ÎN ZONA ALTÎN-TEPE<sup>1</sup>

DE

CRISTEA MIHAIL, MARCEL SIMIONESCU<sup>2</sup>

## Abstract

Researches by Means of the Induced Polarization Method within the Altîn-Tepe Zone. An anomalous zone, trending NW-SE within the deposit recognized, was pointed out both by induced polarization and resistivity methods. This zone was rightly taken to be the effect of some mineralizations of dispersed polymetallic sulphides which may even reach the compact ore lenses in the apex sectors. This interpretation was confirmed by disseminated and lens-like mineralizations yielded by prospecting drillings. Relying on the data obtained, the authors point out the previous theoretical conclusions as to the interpretation of the induced polarization measurements by means of the gradient device. The extension of electrometric researches over the whole area of the Başpunar-Camena anticline, consisting of Mesozoic crystalline schists, is recommended in order to discover new mineralizations of polymetallic sulphides.

## Introducere

Prospecțiunile electrometrice executate, în cadrul activității Comitetului de Stat al Geologiei, prin metoda polarizației provocate în zona Altîn-Tepe, au avut ca obiectiv detectarea de noi mineralizații cu pirită cupriferă. Cercetările au fost executate în anii 1966—1967.

Lucrările geofizice anterioare — în majoritate electrometrice — executate în zona Altîn-Tepe, în vederea atingerii aceluiși obiectiv, au început încă din anul 1926. Metodele aplicate au avut o rază redusă de investigare. Odată cu importarea stațiilor de polarizație provocată — care

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 6 iulie 1968 a celui de al V-lea Simpozion de prospecțuni geofizice și fizica scoarței globului în R.S.R.

<sup>2</sup> Întreprinderea geologică de prospecțuni. Cal. Griviței nr. 64, București.



permit cercetarea formațiunilor geologice mai adânci — lucrările electro-metrice au fost reluate.

### Caracterizarea geologică a zonei Altin-Tepe

La alcătuirea geologică a zonei cercetată electrometric, participă sisturi cristaline mezometamorfice și sisturi verzi.

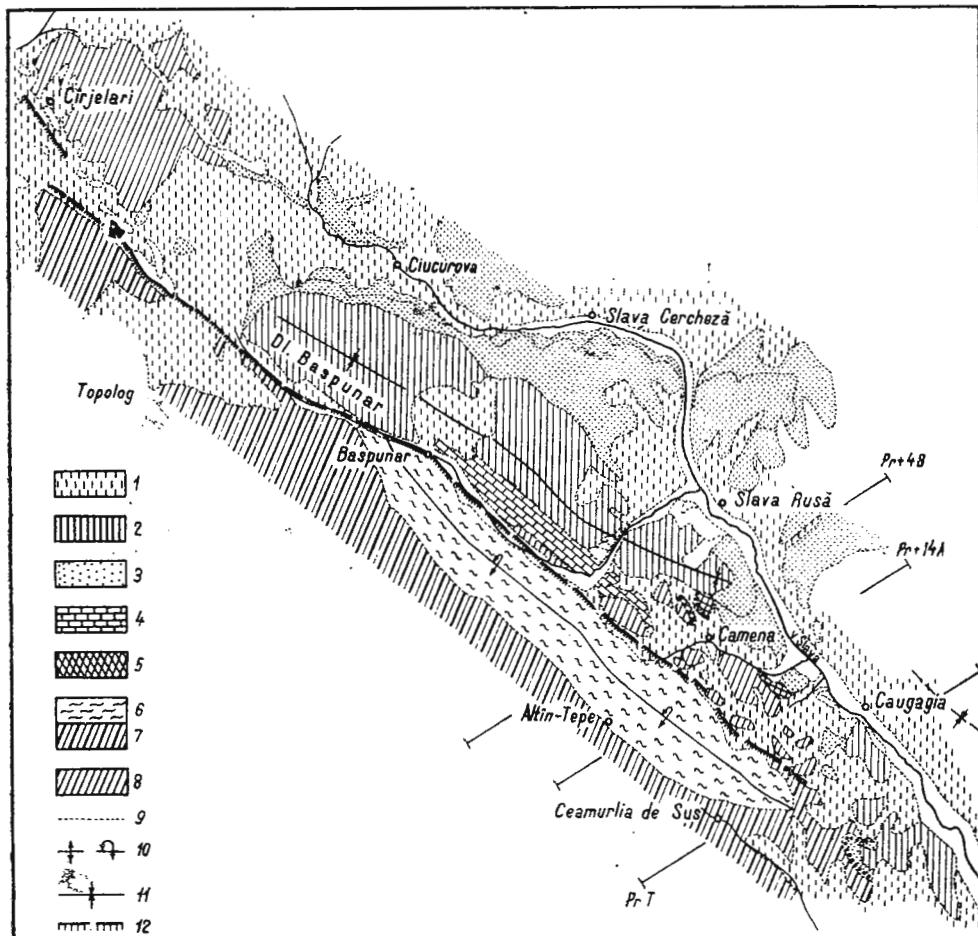


Fig. 1. — Harta geologică a regiunii Altin-Tepe (după S. Cosma):  
1, depozite loessoide; 2, calcare marnoase; 3, calcare grezoase; 4, calcare stratificate cenușii și roșii; 5, formația Carapelit; 6, serie mesozonală: quartzite, amfibolite, micașisturi; 7, sisturi verzi; 8, porfire; 9, limită geologică; 10, articlinal a. normal, b. deversat; 11, axe sincinal; 12, linie de încălcare.

Carte géologique de la région d'Altin-Tepe (d'après S. Cosma):  
1, dépôts loessoides; 2, calcaires marneux; 3, calcaires gréseux; 4, calcaires stratifiés gris et rouges; 5, Formation de Carapelit; 6, série mesozonale: quartzites, amphibolites, micaschistes; 7, schistes verts; 8, porphyres; 9, limite géologique; 10, articlinal a. normal, b. déversé; 11, axe synclinale; 12, ligne de chevauchement.

Şisturile cristaline constituie fundamentul regiunii, peste care — transgresiv — sînt dispuse șisturile verzi. În zonă apare anticinalul de șisturi cristaline mezometamorfice Başpunar-Altin Tepe-Ceamurlia de Sus, dezvoltat pe o lungime de cca 16 km și pe o lățime de cca 2 km, prezentînd scufundări spre SE și NW, sub șisturile verzi. În cadrul acestui complex s-au separat micașisturi, paragnaise, cuarțite micacee, amfibolite, șisturi amfibolice și metalampprofire. Seria mezometamorfică a fost afectată de un proces accentuat de retromorfism, peste care — în zona zăcămîntului de la Altin-Tepe — s-au suprapus procese de hidrotermalizare (silicifieri, cloritizări, sericitizări, epidotizări și calcitizări). Mineralele care au luat naștere în procesul de hidrotermalizare se găsesc pe planele de șistuozitate și de fisuri.

Şisturile verzi au o grosime neuniformă, datorită reliefului geosinclinalului în care s-au depus. Ele s-au format pe seama unor depozite precambriene, care au suferit un proces de metamorfism regional, a cărui intensitate scade treptat spre partea lor superioară. Șisturile verzi sînt caracterizate printr-o sedimentație ritmică, în care predomină psamitele și pelitele. Au fost separate : șisturi cu clorit, șisturi cuartitice cu clorit și epidot, șisturi cu albit și epidot, filite, șisturi blastopsamitice și șisturi blastopelitice.

### Mineralizațiile din zonă

În zăcămîntul de la Altin-Tepe mineralizația de sulfuri complexe asociate cu magnetită se află sub formă de corpuri lenticulare și zone de impregnație. Ea este cantonată în formațiunile cristaline mezometamorfice. Impregnații de sulfuri complexe au fost întîlnite și în șisturile verzi.

Copurile de minereu sînt concordante cu șistuozitatea formațiunilor cristaline, care prezintă căderi de  $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$ , spre S. Zona de minereu compact are grosimi de ordinul metrilor și a zecilor de metri și este încunjurată de zone de impregnații.

Originea mineralizației este mixtă, considerîndu-se că zăcămîntul a luat naștere prin imbogățirea în cupru a unei mineralizații sedimentogene, în urma unei activități hidrotermale. Soluțiile hidrotermale — care au depus pirită, calcopirită și blendă — au avut acces pe limita dintre formațiunile mezometamorfice și șisturile verzi. Acesta este și motivul pentru care această limită trebuie să polarizeze interesul prospecțiunilor.



### **Lucrări geofizice anterioare**

Între anii 1948 și 1950, Ștefănescu și Eustația de<sup>3</sup> au conturat — prin măsurători Turam — o zonă anomală, care se extinde spre NW și SE de mina Altin-Tepe.

Mihail a efectuat prospecțiuni prin metodele polarizației naturale<sup>4</sup>, profilării la două adâncimi, profilării combinate precum și sondaje electrice verticale<sup>5</sup>. Determinările de PN au pus în evidență o anomalie intensă ( $-300$  mV) deasupra zăcământului, iar metodele rezistivimetrice au evidențiat zone conductoare, care se suprapun cu anomaliiile Turam.

Ștefănciu, Tudose și Rădulescu<sup>6</sup> au pus în evidență — prin prospecțiuni magnetometrice — o zonă de minim magnetic (fig. 2), atribuită contactului dintre șisturile mezozonale și șisturile verzi.

Vîjdea<sup>7</sup> a efectuat cercetări experimentale, prin metoda PP, într-un mic perimetru situat în SE exploatarii.

### **Lucrări de explorare executate în zonă**

Dintre forajele executate de Întreprinderea geologică de explorări rețin atenția forajele 28901, 28903 și 28904, amplasate la SE de mină.

Forajul 28901 a traversat șisturile verzi, contactul dintre acestea și șisturile mezozonale la metrul 500 și a întlnit în intervalul 542—587 m o zonă de împregnație de sulfuri, cu minereu compact între metrii 542 și 549.

Forajul 28903 a traversat la fel șisturi verzi, zona de contact la metrul 520 și a întlnit în intervalul 567—583 m zona de mineralizații.

Mineralizația prinsă în aceste foraje este urmărită spre SE cu noi lucrări de foraj (28905, 28906 și 28907 aflat în lucru).

<sup>3</sup> S. Ștefănescu, V. Eustația de. Prospecțiuni electrometrice prin metoda Turam în zona Altin-Tepe. 1950. Arh. I.G.P. București.

<sup>4</sup> Cr. Mihail. Prospecțiuni electrice prin metoda polarizației naturale în extinderea minei Altin-Tepe. 1957. Arh. I.G.P. București.

<sup>5</sup> Cr. Mihail. Prospecțiuni electrometrice în zona Altin-Tepe. 1958. Arh. I.G.P. București.

<sup>6</sup> A. Ștefănciu, Elvira Tudose, Gloria Rădulescu. Prospecțiuni magnetometrice în zona Altin-Tepe. 1960. Arh. I.G.P. București.

<sup>7</sup> V. Vîjdea. Cercetări experimentale prin metoda polarizației provocate. 1965. Arh. I.G.A. București.



### **Proprietățile fizice ale rocilor, particularitățile structurii geologice și condiționarea metodelor electrometrice**

În baza proceselor de oxidare-reducere a sulfurilor în sol — generatoare de curenți electrici naturali — zona Altin-Tepe a fost prospectată prin metoda polarizației naturale<sup>8</sup>.

Contrastul de rezistivitate dintre lentilele de minereu sau mineralizațiile de impregnație (zone conductoare) și șisturi (zone rezistive) fundamentală prospecțiunile executate prin metode rezistivimetrice<sup>9</sup> și Turam<sup>10</sup>.

Înlăuirea magnetitei prin pirită în zonele de alterare hidrotermală a creat posibilitatea cartării contactului dintre șisturile verzi și șisturile mezozonale, prin prospecțiunea magnetometrică<sup>11</sup>.

Metoda polarizației provocate își găsește aplicare datorită gradului diferit de polarizare a rocilor. După introducerea unui curent electric în sol și întreruperea sa, cele care păstrează cel mai mult timp o polarizare remanentă, față de mediul înconjurător, sunt tocmai mineralizațiile, fapt care face posibilă punerea lor în evidență.

Metodele electrometrice — prin care a fost prospectată zona pînă în anul 1966 — au fost metode cu rază mică de investigație; dispozitivele de emisie a curentului electric nu au depășit 200 m și sursele de curent electric au fost de putere mică (baterii). Metoda polarizației provocate executată cu stația VP-59 — prin utilizarea la emisia curentului electric în sol a unui generator de 450 V la 25 A, prin amplificarea electronică a diferențelor de potențial de la recepție și prin înregistrarea fotooscilografică a datelor — permite investigații la adâncimi mult mai mari, cu o precizie superioară.

Factorul de polarizație provocată reprezentat în planșă (A) s-a dedus ca un raport procentual între tensiunea remanentă și tensiunea de excitație, ambele înregistrate la prizele dispozitivului de recepție. Valorile hărții de rezistivități din planșă (B) s-au calculat prin raportarea tensiunii de excitație la recepție, la intensitatea curentului electric din linia de emisie și multiplicarea cu o constantă specifică raportului dintre lungimile dispozitivelor de emisie-recepție. Adică — în exprimare convențională —  $\eta_a\% = \frac{\Delta V_{rp}}{\Delta V_{ex}} \cdot 100$  și  $\rho_a = K \frac{\Delta V_{ex}}{I}$

<sup>8</sup> Op. cit. pct. 4.

<sup>9</sup> Op. cit. pct. 5.

<sup>10</sup> Op. cit. pct. 3.

<sup>11</sup> Op. cit. pct. 6.



(Mărimile de tensiune sunt exprimate în mV, iar cele de intensitate de curent în mA, constanta  $K$  în m și rezistivitatea aparentă în  $\Omega\text{m}$ ).

Pe lîngă metoda gradient de PP (care determină valori în treimea centrală a unui dispozitiv de emisie fix, valabile pentru un anumit nivel de investigare) s-a mai utilizat și metoda sondajelor verticale de PP (constînd din determinări obținute prin variația progresivă a dispozitivelor de emisie-recepție, față de un centru fix), pentru obținerea rezistivităților pe toată verticala stației de înregistrare.

Metoda gradient de polarizație provocată a fost aleasă ca metodă de bază în prospectarea regiunii, avîndu-se în vedere marea sa productivitate în acoperirea suprafețelor de prospectat. Prin instalarea unui singur dispozitiv de emisie, relativ mare — în cazul nostru  $AB = 1500$  m — s-a asigurat, în treimea centrală a acestuia, rapida prospectare a 500 m de profil, cu stații la 25 m. În fiecare stație a fost deplasat numai dispozitivul de recepție, cu dimensiuni maxime de 150 m.

Profilele înregistrărilor electrometrice au fost amplasate perpendicular pe direcția formațiunilor geologice din zonă (SW-NE), iar dispozitivele de emisie-recepție au avut aceeași orientare.

### **Rezultatele cercetărilor electrometrice și interpretarea lor geologică**

Valorile raportului de polarizare provocată sunt reprezentate grafic în planșă (A). Pe această hartă — obținută prin metoda gradient de PP — se evidențiază o puternică anomalie a factorului de polarizabilitate, pe direcția NW-SE, prin zâcămîntul de la Altın-Tepe. În partea de SE a acestei anomalii se reliefază două maxime mai accentuate ale raportului de polarizare provocată cu valori de 7—8 %, față de valorile de fond ale zonei de 1—2 %. Primul maxim se plasează imediat la SW de mină, pe șisturi verzi, iar cel de al doilea se dezvoltă pe direcția SE de mină, jalonaț prin trei zone de maximum maximorum, pe șisturi mezozonale. În partea de NW a minei Altın-Tepe, anomalia factorului de PP se continuă printr-un maxim cu valori de 7 %.

Valorile rezistivităților obținute pentru adîncimea de cca 500 m — dată de dispozitivul de emisie utilizat de 1500 m — sunt prezentate în harta din planșă (B). Pe această hartă zonele conductoare sunt delimitate de izoohmeele de 600  $\Omega\text{m}$  și 800  $\Omega\text{m}$ , față de un fond al rezistivităților zonei închis de izoohmeele de 1000  $\Omega\text{m}$  și 2000  $\Omega\text{m}$ .

Anomaliiile raportului de polarizabilitate din planșă (A) apar de către spre NE, față de zonele minimelor de rezistivitate din B. Acest fapt

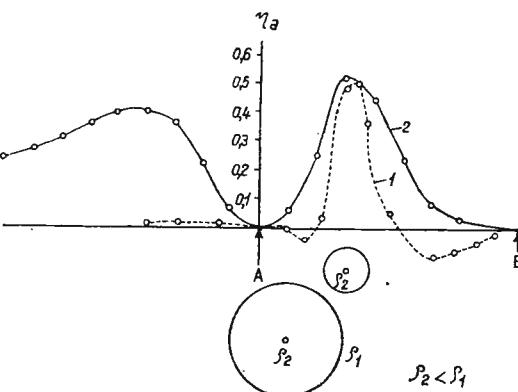


devine explicabil prin referire la concluziile articolului de studii teoretice al lui Komarov et al. (1966).

În acest articol sînt calculate teoretic graficele raportului de polarizabilitate — în ipoteza culegerii datelor cu metoda gradient PP — pentru cazul unui corp perturbant situat între electrozii de alimentare cu curent electric (1) și pentru cazul unui corp perturbant aflat sub unul din electrozii de alimentare (2). Rezultatele calculelor teoretice sînt re-

Fig. 2. — Grafice teoretice ale funcției  $\eta_a$  pentru cazul unui corp situat între electrozii de alimentare (1) și pentru cazul unui corp situat sub unul din electrozii de alimentare (2).

Graphiques théoriques de la fonction  $\eta_a$  concernant le cas d'un corps situé entre les électrodes de courant électrique (1) et le cas d'un corps situé en dessous d'un des électrodes du courant électrique (2).



luate în lucrarea noastră în figura 2. Din analiza mersului graficelor din figura 2 se observă că valorile maxime  $\eta_a$  se situează deasupra obiectului care le provoacă și că conturul anomaliei corespunde aproximativ cu proiecția obiectului perturbant pe suprafața solului, numai dacă corpul perturbant se află situat la mijlocul emițătorului AB. În cazul în care corpul perturbant se află sub unul din electrozii liniei de emisie AB (în figură, A), maximul factorului de polarizare provocată — provocat de acest corp — se deplasează spre centrul dispozitivului de emisie AB.

În practica prospecțiunii prin metoda gradient de polarizație provocată — prin deplasarea emițătorului AB pe profile lungi, în vederea acoperirii întregii zone interesante se creează mult mai multe posibilități ca maximul  $\eta_a$  — determinat în partea medie a emițătorului AB — să nu corespundă cu proiecția la suprafață a corpului perturbant. În cazul lucrării noastre, amplasarea emițătorului AB la aceeași picheți pe toate profilele, a produs o decalare controlată a anomaliei factorului de polarizare provocată spre NE, față de corpul perturbant din subsol, a cărui proiecție la suprafață corespunde conturului anomaliei de rezistivitate.

Pe baza considerentelor mai sus expuse, anomaliiile electrometrice din zona Altîn-Tepe se interpretează ca fiind efectul unor mineralizații

de sulfuri complexe disperse, care pot ajunge pînă la corpuri lenticulare în zonele de apex ale acestor anomalii. Mineralizațiile se află păstrate sub zona minimelor de rezistivitate, iar porțiunile în care această mineralizare poate deveni lentiliformă sunt indicate de apexele maximelor raportului de polarizabilitate, prin deplasarea acestora, spre SW, în zona de minimă rezistivitate adiacentă.

Această interpretare geologică a anomaliei electrometrice a fost validată de mineralizațiile disperse și lentiliforme puse în evidență în forajele 28901, 28903, 28904 și 28907. Aceste foraje — deși la suprafață au fost amplasate la SW de anomalii electrometrice — în adîncime au fost dirijate perpendicular pe înclinarea formațiunilor geologice și au interceptat mineralizarea a căror proiecție la suprafață coincide cu linia minimelor de rezistivitate. Ori de cîte ori în aceste foraje au fost interceptate lentile de minereu compact, proiecția lor la suprafață s-a plasat lîngă cîte un maximum maximorum  $\eta_a$ , în zone de accentuată scădere a rezistivităților.

Din cele expuse mai sus, se remarcă că hărțile electrometrice obținute în zona Altin-Tepe vor putea servi în continuare la orientarea lucrărilor de explorare prin foraje, iar continuarea prospecțiunilor electrometrice pe întreaga arie a anticlinalului de șisturi cristaline mezometamorfice Bașpunar-Camena apare ca neapărat necesară, în vederea evidențierii de noi zone cu mineralizare de sulfuri complexe.

La limita de SE a zonei prospectate electrometric în rețea, cercetările prin metoda polarizației provocate au fost extinse pe două profile informative.

Pe primul profil informativ, cercetările s-au desfășurat pe direcția NE, traversîndu-se anticlinalul șisturilor cristaline mezometamorfice și zona porfirelor de la Camena. În zonă a fost evidențiat un maxim al valorilor factorului de polarizare provocată de 3 %—3,5 %, care se pune pe seama liniei majore de dislocație Peceneaga-Camena. Această anomalie a raportului de polarizabilitate este dublată de un accentuat minim de rezistivitate, care coboară pînă la 50—100  $\Omega$  m și care se menține pe toată zona porfirelor de la Camena. Anomalia factorului de PP din zona Peceneaga-Camena scade spre SE. Presupunind că există o scufundare a sursei anomale pe această direcție, s-au executat, la E de Ceamurlia de Sus, determinări cu un dispozitiv de emisie crescut ( $AB = 3000$  m, față de  $AB = 1500$  m). Rezultatul a fost că — dacă pentru  $AB = 1500$  m și  $AB = 2000$  m nu se evidenția nici o anomalie  $\eta_a$  — pentru un  $AB = 3000$  m a apărut o anomalie a factorului de PP de 4 %, dublată de un minim de rezistivitate de 50—100  $\Omega$  m. Pe baza acestor date, apare

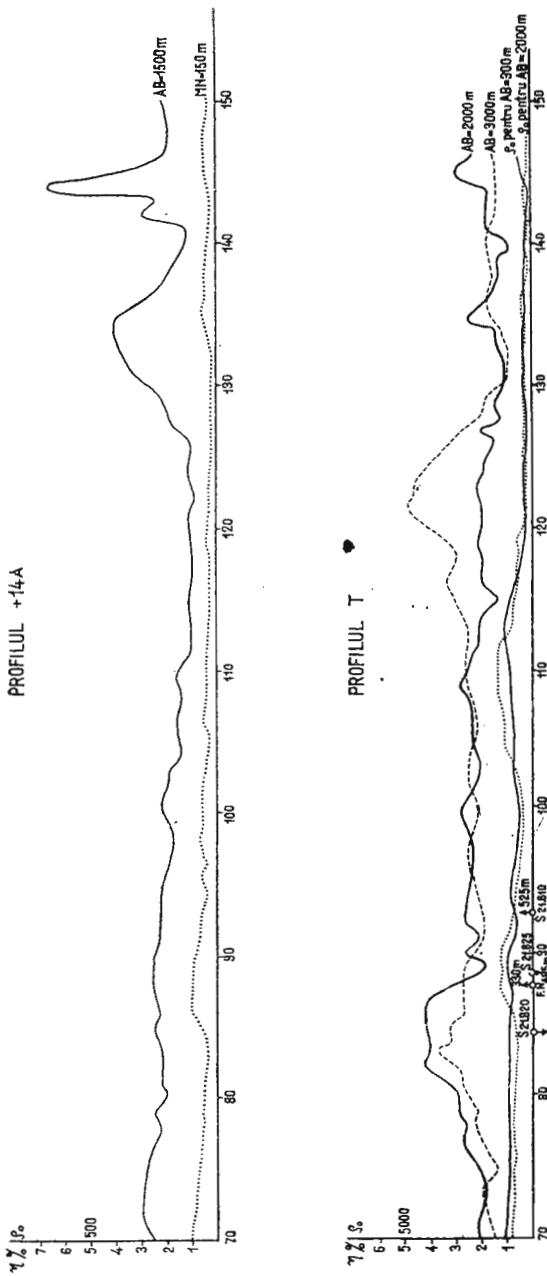


Fig. 3. — Profile informative de polarizație provocată și rezistivitate în regiunea Altîn-Tepe.  
Profils de reconnaissance concernant la polarisation induite et les résistivités dans la région d'Altîn-Tepe.

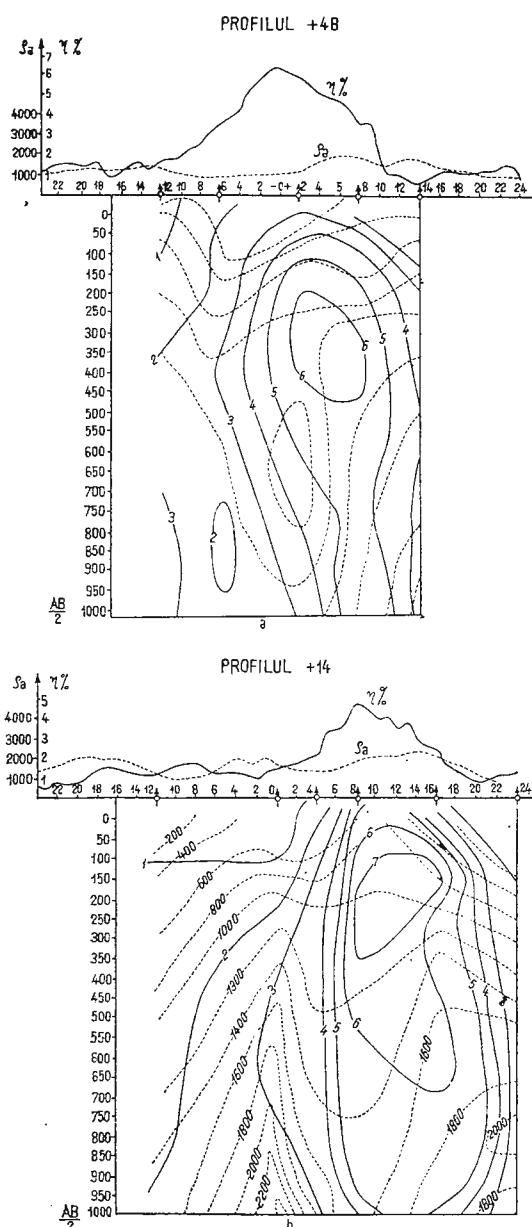


Fig. 4. — Secțiuni electrometrice de polarizație provocată în zona Altin-Tepe.

Coupes électriques de polarisation induite dans la zone d'Altin-Tepe.

ca evidentă o scufundare spre SE a faliei Peceneaga-Camena. În viitor, prospecțiunile electro-metrice în această zonă vor trebui să depășească caracterul informativ, existind posibilitatea ca factorul de PP crescut (4%) pentru AB=3000 m, față de cel obținut cu AB=2000 m (3%) să poată fi pus în legătură cu eventuale mineralizații situate în profunzime.

Pe cel de al doilea profil informativ — executat la E de Ceamurlia de Sus — mai apare — în zona lucrărilor de explorare ale IGEX-ului — un maxim al factorului de PP de cca 3,5%, căruia îi corespunde un minim de rezistivitate de cca 400—450  $\Omega$  m și care se suprapune cu o anomalie Turam, cartată anterior. Această anomalie se interpretează ca fiind efectul mineralizațiilor disperse și al unei mici lentile de minereu compact evidențiate în lucrările de explorare ale IGEX-ului. Este necesar să se execute și în această zonă prospecțiuni electrometrice detaliate pentru precizarea zonelor de maximum maximorum  $\eta_a$ , în vederea unei cât mai judicioase amplasări a lucrărilor de explorare.

În figura 4 sunt prezentate două secțiuni de sondaje electrice verticale de polarizație provocată, care au fost astfel amplasate încât să traverseze

zona anomală  $\eta_a$ , atât la NW, cât și la SE de mina Altin-Tepe. Ele aduc informații suplimentare asupra distribuției polarizabilității rocilor pe verticalele stațiilor de înregistrare.

În cursul anului 1966, au mai fost executate prospecțiuni geochimice la SE de mina Altin-Tepe. Datele obținute indică o slabă anomalie de cupru, într-o zonă care se suprapune cu zona anomaliei electrometrice.

### Concluzii

În zona Altin-Tepe, a fost pusă în evidență — prin metoda polarizației provocate și prin metoda rezistivităților — o zonă anomală de direcție NW-SE, în extinderea zăcământului cunoscut.

Această zonă anomală se interpretează ca fiind efectul unor mineralizații de sulfuri complexe disperse, care pot ajunge pînă la lentile de minereu compact în zonele de apex. Această interpretare geologică a anomaliei electrometrice a fost validată de mineralizațiile diseminatice și lentiliforme puse în evidență în forajele de explorare 28901, 28903, 28904, 28906 și 28907.

Hărțile electrometrice obținute în zona Altin-Tepe vor putea servi în continuare pentru orientarea lucrărilor de explorare, iar extinderea prospecțiunilor electrometrice pe întreaga arie a anticinalului de șisturi cristaline mezometamorfice Başpunar-Camena apare ca necesară, în vederea evidențierii de noi zone cu mineralizații de sulfuri complexe. Este de asemenea necesară prospectarea electrometrică a zonei de șisturi verzi de la Ceamurlia de Sus, în sectorul în care primele luorări de explorare ale IGEX-ului au semnalat prezența mineralizațiilor și în această formățiune geologică.

Corelarea făcută între rezultatele metodelor geofizice utilizate în zonă determină observația că datele tuturor acestor metode indică — pe direcția NW-SE, prin mina Altin-Tepe — anomalii, care sunt puse pe seama contactului dintre șisturile verzi și șisturile cristaline mezozonale.

Avînd în vedere posibilitățile de a evidenția, clar și rapid, zona contactului dintre șisturile verzi și cele mezozonale, se recomandă — ca primă fază de prospecțiune geofizică în regiune — o prospecțiune magnetometrică de detaliu. Zona anomală cartată magnetometric ar urma să fie supusă cercetării cu metode capabile să evidențieze mineralizații. Aceste metode sunt: metoda polarizației provocate (bazată pe capacitatea crescută de polarizare a mineralizațiilor) și metoda microgravimetrică (bazată pe contrastul de densitate dintre lentile de minereu și mediul înconjurător). Prospecțiunile electrometrice trebuie să fie extinse pe

întreaga suprafață în care apare anticlinalul de șisturi mezozonale Baș-punar-Camena.

Din punct de vedere geofizic, prin datele obținute săt subliniate concluziile teoretice anterioare privitoare la atenția care trebuie acordată în interpretarea datelor de polarizație provocată obținute cu procedeul gradient.

### BIBLIOGRAFIE

- Cădere D. (1955). Comunicări asupra porfirelor cuarțifere și a zonelor de injecții în rocile verzi de la Camena. *D. S. Inst. Geol. Rom.*, XII, București.
- Komarov V. A., Pispaea N. A., Semenov M. V., Hlopohnina L. S. (1966). Bazile teoretice ale interpretării observațiilor în metoda polarizației provocate. Nedra, Leningrad.
- Murgoci G. h. (1911). Cercetări geologice în Dobrogea nordică, cu privire specială la rocile paleozoice și eruptive. *An. Inst. Geol. Rom.*, V, București.
- Socolescu M. (1931). L'application d'une nouvelle méthode de prospections géo-électriques dans la région d'Altin-Tepe. *An. Inst. Geol. Rom.*, XIX, București.
- (1933). Mesurages du potentiel électrique dans la région d'Altin-Tepe. *An. Inst. Geol. Rom.*, XXI, București.
- Stefănescu S., Schlumberger C., Schlumberger M. (1932). Études théoriques, sur la prospection électrique de sous-sol, II-ème série. *Stud. tehn. econ.*, XIV, 2, București.
- (1950) Modèles théoriques de milieux hétérogènes pour les méthodes de prospection électrique à courants stationnaires. *Stud. tehn. econ.*, D, 2, București.

### RECHERCHES AUX MOYENS DE LA MÉTHODE DE LA POLARISATION INDUIITE DANS LA ZONE D'ALTÎN TEPE

(Résumé)

Dans la zone d'Altin-Tepe on a mis en évidence un groupe de valeurs anomalies des rapports de la polarisation induite, orientées SE-NW, en extension du gisement principal, les valeurs anomalies obtenues aux moyens de la polarisation induite se superposent à des minimums de résistivité.

Les anomalies électriques ont été attribuées à certaines minéralisations disperses de sulfures complexes, qui peuvent aboutir à des corps lenticulaires dans



Institutul Geologic al României

les zones apicales des anomalies. Étant donné qu'au SE du gisement d'Altin-Tepe toute une série de forages relèvent la présence de minéralisations disperses et lenticulaires auxquelles se rattachent les anomalies, on estime que les cartes électriques rédigées pourront servir à l'orientation des travaux d'exploration.

La corrélation des données obtenues par les moyens de toutes les méthodes géophysiques utilisées dans la zone d'Altin-Tepe suggère l'existence, en direction NW-SE, de quelques effets anomaux au contact des schistes verts avec les schistes cristallins mésozonaux.

En tenant compte de ses possibilités de mettre en évidence clairement la zone du contact d'entre les schistes verts et ceux mésozonaux, les auteurs recommandent — comme première phase de prospection dans la région — la prospection magnétique de détail. La zone magnétique anomale sera ensuite étudiée à l'aide de méthodes géophysiques capables de mettre en évidence les minéralisations de sulfures complexes. Il s'agit des méthodes de la polarisation induite (à partir du degré accru de la polarisation des minéralisations) et de la méthode microgravimétrique (à partir du contraste de densité entre les éventuelles lentilles de minerai et le milieu environnant).

#### EXPLICATION DE LA PLANCHE

- A. Carte des isolignes de polarisation induite dans la zone d'Altin-Tepe,  
B. Carte des résistivités apparentes dans la zone d'Altin-Tepe :

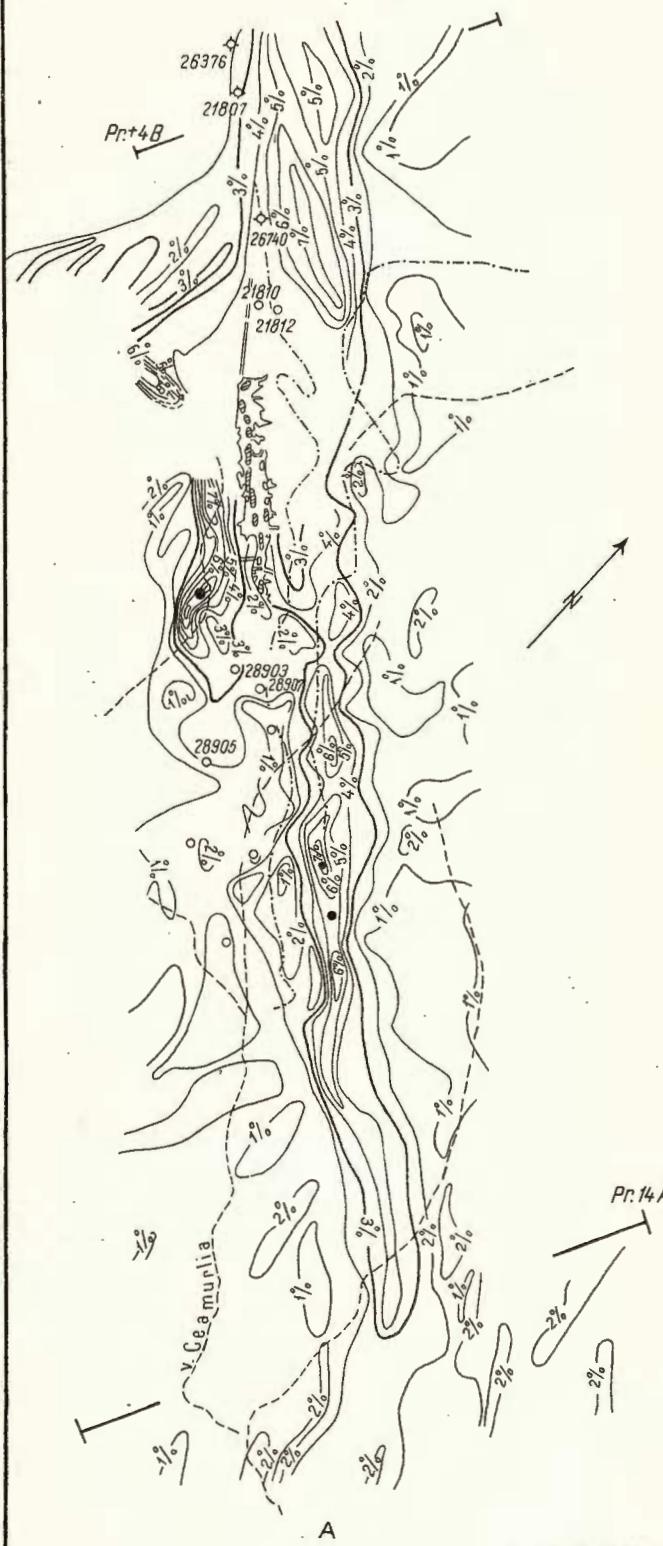
1, isolignes ; 2, isohmes ; 3, forage exécuté ; 4, forage proposé d'après des travaux de PP de l'an 1966 ; 5, anomalie de minimum magnétique ; 6, vallées ; 7, puits ; 8, périmètre des travaux d'exploration ; 9, lentilles de minerai ; 10, extrémité du profil.





Institutul Geologic al României

HARTA IZOLINIILOR FACTORULUI DE  
POLARIZARE PROVOCATĂ ÎN ZONA ALTIN-TEPE

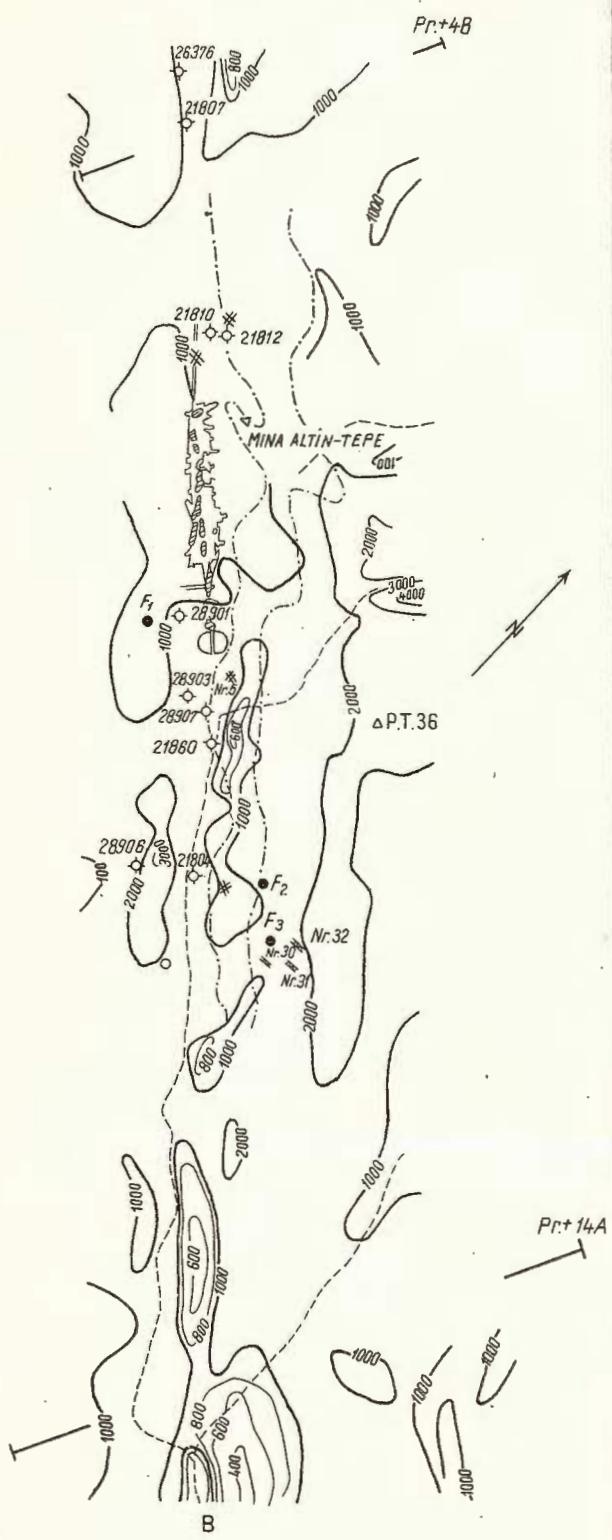


A

LEGENDA

- 1 Izolinii
- 2 Izohome
- 3 □ Foraje execute
- 4 ● Foraje propuse după lucrările de P.P. din 1986
- 5 ⚡ Anomalie de minim magnetic

HARTĂ DE REZISTIVITĂȚI APARENTE  
ÎN ZONA ALTIN-TEPE



B

- 6 Văi
- 7 # Puțuri
- 8 - Perimetru lucrărilor de exploatare
- 9 ○ Lentile de minereu
- 10 ○ Capăt de profil

# PROSPECTIUNI ELECTROMETRICE PENTRU APE TERMALE ÎN BAZINUL PANONIC, ZONA ORADEA<sup>1</sup>

DE  
CRISTEA MIHAIL<sup>2</sup>

## Abstract

Electrometric Prospecting for Thermal Waters in the Pannonian Basin, Oradea Area. Due to the extending of drillings carried out over the above region, the electrometric prospecting pointed out the continuation of an important fault SW of Sântandrei (which may constitute an access way for thermal waters), and an uplift at the upper level of the Mesozoic deposits between Nojorid and Cheresig Zones (which seems to affect both the Cretaceous and Miocene deposits). By correlating the electrometric and seismic data, the author minutely established the emplacement zones of prospecting drillings for mineral fluid substances and thermal waters, and recommends the extending of electrometric prospecting over the whole area of the Pannonian Basin in Romania.

## I. INTRODUCERE

Zona prospectată electromagnetic aparține părții centrale a depresiunii panonice. Ea se situează la S de cristalinul munților Rez și la N de ridicarea cristalină Inand-Salonta, prezintându-se ca un sector coborât al acestei depresiuni, în care se întâlnesc depozite paleozoice superioare, mezozoice și neogene.

Forajele executate în acest sector de Departamentul Geologie din Ministerul Industriei Miniere și Geologiei și de Ministerul Petrolului au

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 20 martie 1969 a Întreprinderii geologice de prospecțiuni.

<sup>2</sup> Întreprinderea geologică de prospecțiuni. Cal. Griviței nr. 64. București.



adus date asupra coloanei stratigrafice și asupra tectonicii regiunii. Unele din aceste foraje au evidențiat noi zone cu ape termale la Oradea.

Pe parcursul lucrărilor — pe baza proprietăților fizice (electrice) ale rocilor — obiectivele prospecției electrometrice în regiune s-au stabilit la :

1. detectarea intervalor stratigrafice permeabile, circulate de ape termale — intervale conductoare electric — și

2. punerea în evidență a eventualelor fracturi sau structuri în sedimentar (prin urmărirea reliefului și adâncimilor unui orizont rezistiv-reper), elemente structurale care ar fi putut oferi condiții de migrare pentru apele termale.

Metoda de bază utilizată în prospectare a fost cea a sondajelor electrice verticale, cu linii maxime de emisie a currentului electric în sol de 12 km. Utilajul folosit a fost stația ERS—23—53.

## II. GEOLOGIA REGIUNII

### 1. Stratigrafia

*Cristaliniul* — întâlnit în foraje — este reprezentat prin gnaise micacee, micașisturi, cuarțite și šisturi sericitoase. A fost observat „la zi“ pe rama vestică a Munților Apuseni.

### *Paleozocul*

*Permianul superior* apare pe cca 60 m într-un foraj la Oradea reprezentat prin dolomite și într-un foraj la Toboliu — pe cca 130 m — reprezentat prin šisturi argiloase-grezoase roșietice.

### *Mezozocul*

*Triasicul* — prezent prin toate subdiviziunile sale în majoritatea forajelor — este alcătuit din calcare dolomitice, calcare negricioase, marnocalcare și gresii cuarțitice.

*Jurasicul* — întâlnit de asemenea în foraje — este reprezentat prin calcare cenușii-negricioase și argilite compacte.

*Cretacicul* — interceptat în majoritatea forajelor — este reprezentat prin marnocalcare cenușii, gresii compacte, marne grezoase și negricioase și intercalații de calcare.



### *Neozocicul*

*Miocenul* — întâlnit în toate forajele din regiune în grosimi de 200—900 m — este prezent prin depozite sarmatiene și tortoniene neseparabile (din cauza uniformității de facies și a sărăciei și remanierii microfaunei). Litologic, se diferențiază un complex inferior marnos, cu intercalații de nisipuri și unul superior, nisipos, cu rare intercalații de marne și gresii.

*Pliocenul* este formațiunea cu cea mai mare dezvoltare în regiune și a cărei grosime variază în funcție de depărtarea de rama Munților Apuseni. Pliocenul a fost împărțit în două complexe: unul inferior, predominant marnos și altul superior, predominant nisipos.

### 2. Tectonica

În ansamblu, formațiunile geologice se afundă treptat de la E la W, prin intermediul falilor longitudinale, pînă la frontiera cu Ungaria.

Pe baza datelor obținute din foraje și din interpretarea secțiunilor seismice, s-au delimitat mai multe fâllii:

O fâlie cu direcția NE-SW, situată la W de Borș, care separă la W un compartiment ridicat, în care depozitele miocene stau direct pe cristalin, de un compartiment coborât, în care Miocenul stă transgresiv peste depozite cretacice.

O fâlie la W de Sintandrei pe direcție ENE-WSW.

### 3. Foraje

În compartimentele delimitate de fâllii, pe ridicări, s-au săpat o serie de sonde de cercetare, dintre care unele au evidențiat, la Oradea și Băile Felix, importante izvoare de ape termale.

### III. LUCRARI GEOFIZICE ANTERIOARE

Determinările gravimetrice indică în harta Bouguer un maxim în zona Băilor Felix, corespunzînd ridicării fundamentului, de unde izogalele pun în evidență căderea fundamentului spre WNW mai întîi și apoi spre NW — spre frontieră cu Ungaria — și spre W, către localitatea Gepiu. Contrastul de densitate — care comandă efectele gravimetrice — se află la limita depozitelor sedimentare cu fundamentul cristalin al regiunii. Datele de gradientometrie regăsesc compartimentul de fondament ridicat spre frontieră cu Ungaria, ridicare verificată și prin forajele de la Körössze, Găpați și Kismarja din Ungaria.



Aeromagnetometria — pe baza efectelor elementelor magnetice remanente în depozitele sedimentare — indică tendințe anomale negative atribuite zonelor de ridicare a fundamentului și tendințe anomale pozitive, atribuite îngroșării depozitelor sedimentare.

Datorită faptului că anomaliiile gravimetrice și cele aeromagnetometrice sunt determinate de relațiile dintre depozitele sedimentare și fundamentul cristalin, există corespondențe între datele acestor metode geofizice de prospectiune.

Pe baza datelor prospectiunilor seismice a fost realizată în cadrul I.G.P.<sup>3</sup> o sinteză în care s-a elaborat o hartă cu izobate la baza Pliocenului (fig. 5) și o schiță structurală la baza sedimentarului (fig. 4). Harta cu izobate la baza Pliocenului — după autorii sintezei — are un caracter informativ. Ea pune în evidență, pe căderea majoră spre NW a formațiunilor geologice, o ridicare între localitățile Nojorid și Cheresig, pe direcția SE-NW, apropiată de ridicarea evidentiată electrometric și o zonă de scufundare, paralelă cu frontieră cu Ungaria (SW-NE), între localitățile Cheresig și Borș. Schița structurală de la baza sedimentarului evidențiază mai multe zone de discontinuitate atribuite unor zone de falieri. Datele seismice indică, în această zonă a depresiunii panonice, grosimi ale depozitelor sedimentare cuprinse între 50 m și 4000 m.

Variatiile laterale de facies în bazinul panonic — datorate schimbărilor în condițiile de sedimentare — au condiționat (conform autorilor sintezei seismice) calitatea înregistrărilor seismice. Dificultatea majoră a fost imposibilitatea urmăririi unui impuls caracteristic în toată regiunea. Acest fapt ne va determina să propunem dublarea seismicii cu electrometria, în prospectarea întregului bazin panonic.

Corelarea în amănunt a rezultatelor prospectiunilor seismice cu cele electrometrice se va face în capitolul următor.

#### IV. PREZENTAREA ȘI INTERPRETAREA REZULTATELOR PROSPECTIUNII ELECTROMETRICE

##### Diagramele de rezistivități

Principalele tipuri de diagrame SEV sunt reprezentate în figura 1. În general, toate aceste tipuri de diagrame de rezistivități au un maxim ( $K$ ), urmat de unul sau două minime de rezistivitate ( $H$ ).

<sup>3</sup> V. Teodorescu, A. Solomon, A. Mihai, D. Istocescu, Gh. Ionescu, S. Surdulescu, C. Mărgăritescu, B. Stanchievici, M. Cristea. Sinteză lucrărilor geologice și geofizice din depresiunea panonică. 1968. Arh. I.G.P., București.



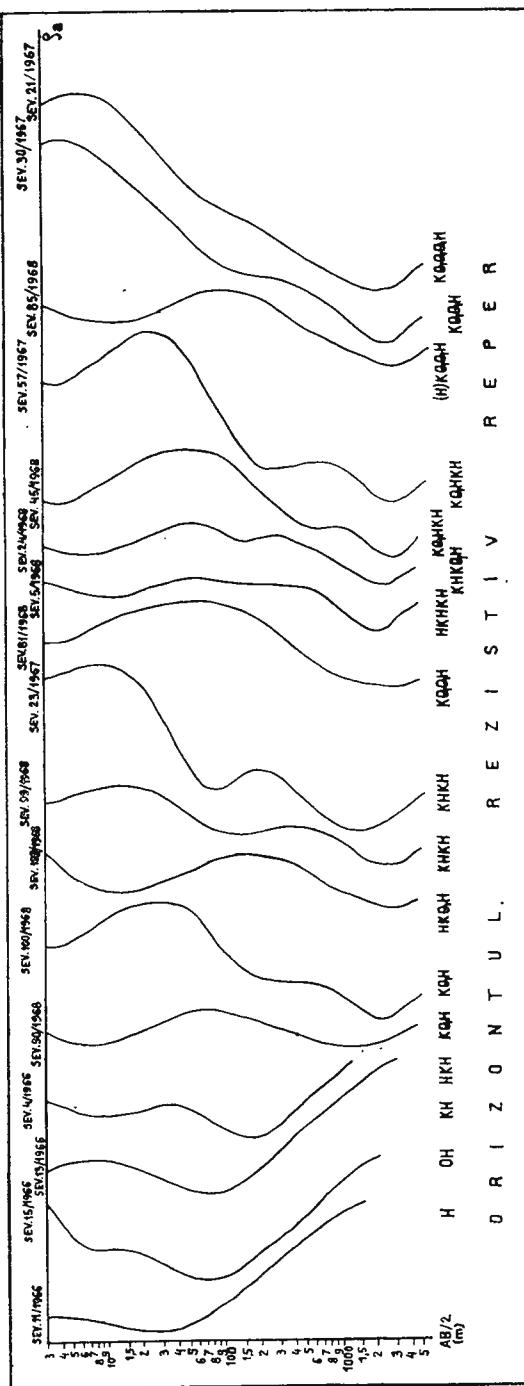


Fig. 1. — Exemplificări ale tipurilor diagramelor de SEV.  
Exemples de types de diagrammes SEV.

Maximele de rezistivitate  $K$  corespund de regulă adâncimilor de 3—40 m (fiind cartate cu un dispozitiv de emisie  $AB'2 = 15$ —200 m). Având în vedere că raportul dintre lungimea dispozitivului de emisie și adâncimea de investigație a acestui dispozitiv în formațiunile sedimentare este 15 și în acord cu datele de carotaj mecanic și electric ale forajelor din regiune, maximele  $K$  ale diagramelor de SEV se pun pe seama pietrișurilor și bolovănișurilor, prezente mai ales în lunca Crișului, la partea superioară a coloanei stratigrafice.

Primul minim de rezistivitate  $H$  al diagramelor de SEV s-a situat pentru SEV-urile de la NE de Criș — unde acest minim apare mai des decât la SW de Criș — între adâncimi de 40—60 m, corespunzînd unui  $AB'2$  cuprins între 100 și 150 m și determinînd frecvența crescută a diagramelor de tip KHKH. Acest minim de rezistivitate — pe baza adâncimilor de investigație ale dispozitivelor de emisie-recepție care îl determină și pe baza extrapolării datelor carotajelor mecanice și electrice — se atribuie trecerii din depozitele aluvionare rezistive, la formațiuni argiloase și nisipuri acvifere. Dat fiind că primul minim al diagramelor de SEV se plasează cam la nivelul hidrostatic, el se atribuie zonelor acvifere, atunci cînd valorile sale de rezistivitate scad sub  $10 \Omega \text{ m}$ .

Apariția — între maxime  $K$  și minime  $H$  — a unor zone de scădere uniformă a rezistivităților  $Q$ , corespunde unei îngroșări a depozitelor sedimentare, iar creșterea numărului de strate se reflectă — prin interpretarea cantitativă cu abac — în repetarea zonelor  $Q$  (QQ sau QQQ) și determină apariția diagramelor de SEV de tipurile KQH, KQQH, etc.

Cel de al doilea minim  $H$  de rezistivitate al diagramelor de SEV se plasează la un  $AB'2$  depășind cu mult 1000 m și — în acord cu criteriile amintite la celelalte maxime sau minime — se atribuie zonelor de rezistivitate redusă care preced intrarea în fundamentul rezistiv. Compararea distribuției acestui minim în regiune s-a făcut într-o hartă a abscisei sale.

### Interpretarea hărții tipurilor diagramelor de SEV

Diagramele de SEV din regiune — prin tipurile definite de interpretarea cantitativă — au fost reprezentate în harta din figura 2. În hartă se disting trei sectoare.

1. Sectorul Băile Felix-Oradea-Nojorid-Leș caracterizat prin tipuri de diagrame pentru număr redus de strate ca H, KH, KHA și QH, corespunzător apropierii de suprafață a orizontului rezistiv-reper și prin tipurile KQH, KHKH, HKH și HKHA, care marchează (prin mersul



izoliniilor și prin apariția stratelor intermediare) căderea formațiunilor geologice spre SW sau prezența apelor, zone de rezistivitate scăzută.

2. Sectorul situat la SW de Sintandrei, în care aspectul izoliniilor pune în evidență continuarea unei falii pe direcția NE-SW, fapt sub-

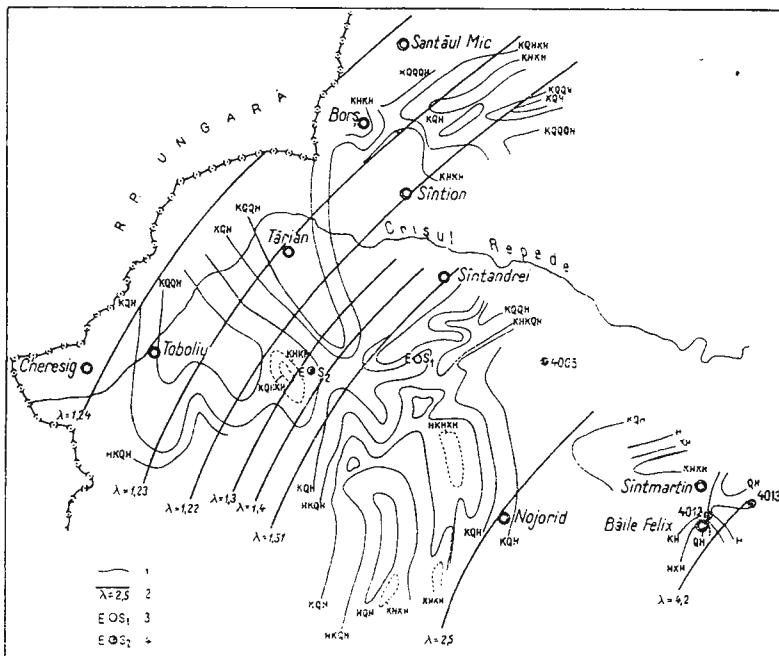


Fig. 2. — Harta tipurilor diagramelor de SEV (sondaj electric vertical) și a valorilor coeficientului de anizotropic:

1, izolinii ale tipurilor de diagrame SEV; 2, zonarea coeficientului de anizotropic; 3, foraj propus pentru ape termale pe date electrometrice; 4, foraj propus pentru substanțe minerale fluide.

Carte des types de diagrammes SEV et des valeurs du coefficient d'anisotropie :

1. isolignes des types de diagrammes SEV; 2. zonation du coefficient d'anisotropie; 3. forage en vue de déceler des eaux thermales, proposé d'après des données électriques; 4. forage proposé en vue de déceler des substances minérales fluides.

liniat și de varietatea caracteristică pentru falia mai sus amintită și frontieră cu R. P. Ungară, caracterizat printr-o zonă centrală de ridicare, în care diagramele au un număr redus de strate (diagrame de tipul KQH). Ridicarea este orientată SE-NW și este flancată de ambele părți de zone de

3. Sectorul cuprins între falia mai sus amintită și frontieră cu R. P. Ungară, caracterizat printr-o zonă centrală de ridicare, în care diagramele au un număr redus de strate (diagrame de tipul KQH). Ridicarea este orientată SE-NW și este flancată de ambele părți de zone de

scufundare ale orizontului rezistiv-reper, în care apar diagrame de tipul KQQH și KQQQH, corespunzător creșterii numărului de strate. În acest sector, spre N, mai apar tipurile de diagrame pentru mai multe strate HKQH, HKQQH, KHKH, HKHKH, KQHKH, KHKQH, dintre care ultimele — cu H intermediar — pot prezenta interes pentru ape termale, atunci cînd valorile minimului de rezistivitate coboară sub  $10 \Omega \text{ m}$ .

### **Orizontul rezistiv-reper al prospectiunii electrometrice**

Prin mărirea dispozitivelor de emisie-recepție a SEV-urilor, s-a urmărit creșterea adîncimii de investigație pînă la cel mai profund orizont rezistiv, marcat pe diagramele de SEV printr-o continuă creștere a valorilor de rezistivitate pe o dreaptă, al cărei unghi cu orizontală merge pînă la  $45^\circ$ . În cazul unui orizont rezistiv de grosime apreciabilă, liniile de curent ale emițătorului AB se îndesesc deasupra acestuia, împiedicînd prospectarea formațiunilor inferioare lui. Din punct de vedere electrometric, el este considerat fundamentalul regiunii.

În regiunea noastră, datele de carotaj mecanic ale forajelor indică pentru calcarele și marnocalcarele aparținînd Cretacicului, grosimi de cca 600 m, depozite care — prin datele carotajului electric — se prezintă în puternic contrast pozitiv de rezistivitate față de sedimentele acoperitoare. Adîncimile limitei superioare a depozitelor rezistive, deduse din foraje, merg pînă la cca 2500 m și corespund adîncimilor de investigație ale dispozitivelor SEV, ale căror lungimi ating 12 km (adîncimea de investigație în cazul formațiunilor sedimentare este în general AB/5). Existenza unor formațiuni calcaroase, rezistive, în grosimi de sute de metri, în raza maximă de investigație a dispozitivului SEV de 12 km, ne determină să considerăm limita superioară a depozitelor calcaroase ale Cretacicului (în general ale Mezozoicului) ca orizont rezistiv-reper al prospectiunii electrometrice în bazinul panonic.

Cristalinul regiunii este și el un orizont rezistiv. Rezistivitatea sa „*in situ*“ este comparabilă cu cea a depozitelor Cretacicului, dar el nu a fost de regulă investigat prin lungimile maxime de 12 km ale dispozitivelor SEV. S-ar putea însă să existe ridicări ale fundamentului cristalin, împreună cu erodări sau nedepunerî (prin exondări) ale depozitelor cretacice. În astfel de situații, limita superioară a cristalinului intră în raza de investigație a dispozitivului SEV de 12 km, devenind orizontul rezistiv-reper al determinărilor electrometrice.

În sensul celor de mai sus, harta din figura 3, este o hartă cu izobate ale reliefului unui orizont rezistiv, reprezentat de formațiunile cre-



taoice sau de cele cristaline atunci cînd — în absența Cretacicului — acestea se ridică la nivelul razei de investigație a dispozitivului SEV de 12 km. În consecință, faliile dintre cristalin și depozitele cretacice — atunci cînd aceste formațiuni sînt alăturate — nu vor putea fi puse în evidență, de regulă, de prospectiunea electrometrică, cunoscută fiind apropierea valorilor de rezistivitate aparentă a celor două formațiuni în contact. Acest fapt însă nu modifică accidentele și structurile în evidențierea lor electrometrică, în zona de la SW de Oradea, deoarece ele se plasează la SE de presupusa falie, pe o tendință de ridicare a formațiunilor geologice spre flancul bazinului, unde nu poate fi presupusă prezența cristalinului în locul depozitelor cretacice care aflorează la Băile Felix.

### **Calculul adîncimilor orizontului rezistiv-reper. Coeficienti de anizotropie**

Valorile adîncimilor orizontului rezistiv-reper au fost calculate — după interpretarea cantitativă a diagramelor de SEV, cu abacele pentru două strate și cu abacele auxiliare — și au fost corectate cu coeficientii de anizotropie corespunzători. Coeficientii de anizotropie au fost calculați prin compararea adîncimilor orizontului rezistiv-reper, deduse din diagramele SEV-urilor executate la forajele din regiune, cu adîncimile reale ale acelaiași orizont, date de carotajele mecanice și electrice ale acestor foraje.

Datele care au condus la calcularea coeficientilor de anizotropie, împreună cu valorile acestora sunt prezentate în tabelul de mai jos.

TABEL

Forajul	Adîncimea din diagrama SEV ( $H_{dedus}$ ) în m	Adîncimea din foraj ( $H_{real}$ ) în m a Cretacicului	$\lambda = \frac{H_{dedus}}{H_{real}}$
1 Mai	50	12	4,2
Băile Felix	120	48,5	2,5
Sîntandrei	2196	1447,5	1,51

Din analiza valorilor coeficientului de anizotropie se remarcă o creștere a valorilor acestuia, conformă cu reducerea grosimii depozitelor sedimentare și deci cu ridicarea spre SE a orizontului rezistiv-reper, de



la valori de 1,22 în zona frontierei cu Ungaria, la valori de 4,2 în zona Băilor Felix. Din acest fapt rezultă că precizia interpretării cantitative este mai mare în zonele de îngroșare a depozitelor sedimentare din largul bazinului. În zonele de ridicare ale orizontului rezistiv-reper, spre marginile bazinului, creșterea gradului de aproxiماție al interpretării cantitative (a deducerii adîncimilor orizontului rezistiv-reper) — reflectată în valoarea crescută a coeficientului de anizotropie electrică — este determinată și de trecerea de la o stratificație foarte apropiată de cea orizontală, la o stratificație înclinată.

Pe harta tipurilor de diagrame SEV din figura 2 s-au trasat izolinile acestui coeficient — prin extrapolarea valorilor calculate la foraje. Se remarcă o concordanță a izolinilor cu direcțiile de îngroșare a dispozitivelor sedimentare. Prin trasarea izolinilor au rezultat ariile în care au fost aplicăti diferenții coeficienți de anizotropie, pentru corectarea adîncimilor orizontului rezistiv-reper, deduse din diagramele de SEV. Aceste adîncimi au determinat harta cu izobate a reliefului orizontului rezistiv-reper, din figura 3.

### **Interpretarea hărții reliefului și adîncimilor orizontului rezistiv-reper**

Așa cum am mai arătat, orizontul rezistiv-reper în regiunea noastră este limita superioară a depozitelor calcaroase ale Mezozoicului.

Harta cu izobate a orizontului rezistiv-reper pune în evidență o creștere a adîncimilor acestui orizont pe direcția NW, arătând îngroșarea depozitelor sedimentare neozoice pe această direcție. Pe această cădere majoră a Cretacicului, se remarcă la SW de Sintandrei pe direcția NE-SW, o îndesire a izobatelor, care sugerează existența unei falii și care împarte — din punctul de vedere al interpretării — zona prospectată în trei sectoare : zona faliei, zona de la SE de falie și zona de la NW de falie.

#### *Sectorul de la SE de falie : Leș-Nojorid-Oradea.*

Izobatele din acest sector — dirijate în general NW-SE — pun în evidență căderea spre NW și W a orizontului rezistiv-reper. Direcția amintită a izobatelor — trasate de date electrometrice — este aceeași și pentru izogalele hărții Bouguer și pentru izobatele trasate pe date seismice, în harta seismică de la baza Pliocenului. În plus — față de gravimetrie și seismică — datorită densității stațiilor de înregistrare și calităților metodei — izobatele hărții electrometrice pun în evidență



denivelări ale limitei superioare a depozitelor mezozoice, prin falii sau flexuri, de ordinul 300—800 m, pe direcțiile N-S și E-W. Ele sugerează imaginea existenței sub formă de tablă de șah „spațială“, realizată prin ridicări și cedoriri, a acestui orizont rezistiv-reper. Această imagine a

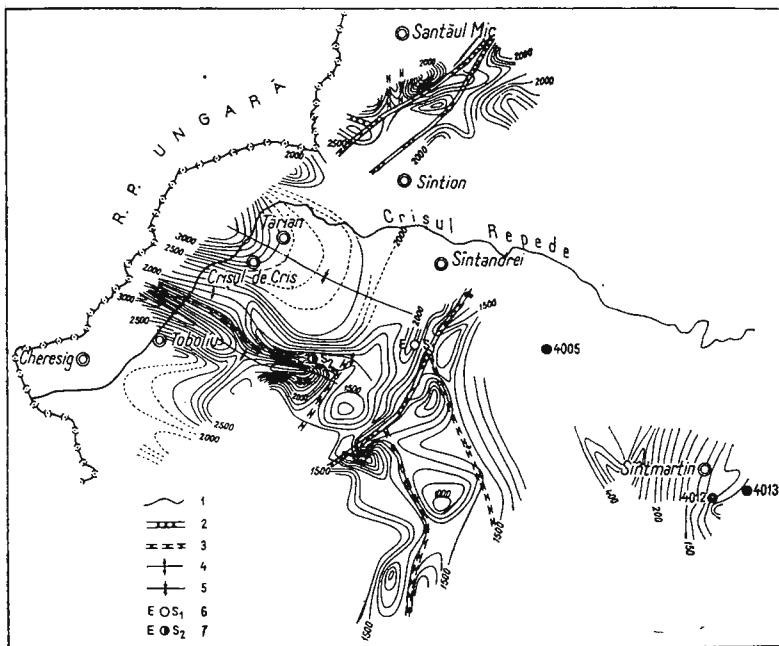


Fig. 3. — Harta reliefului și adâncimilor orizontului rezistiv-reper : 1, izobate; 2, zonă de faliere; 3, zonă de faliere sau flexură; 4, axul zonă de ridicare trasat pe date electrometrice; 5, axul zonei de scufundare trasat pe date electrometrice; 6, foraj propus pentru ape termale pe date electrometrice; 7, foraj propus pentru substanțe minerale fluide pe date electrometrice.

Carte du relief et des profondeurs de l'horizon résistif-repère :

1, isobathes; 2, zone de faille; 3, zone de faille ou de flexure; 4, axe de la zone de soulèvement, d'après les données électriques; 5, axe de la zone d'affaissement d'après les données électriques; 6, forage en vue de déceler des eaux thermales, proposé d'après des données électriques; 7, foragé en vue de déceler des substances minérales fluides, proposé d'après des données électriques.

dispunerii depozitelor sedimentare în bazinile marginale ale depresiunii panonice se asociază la cea oferită pentru fundamentalul acestor zone de M. Paucă (1954), în lucrările geologice anterioare.

Se remarcă existența unor mari similitudini între izobatele acestei hărți și celelalte hărți electrometrice : harta abscisei minimului, harta rezistențărilor și harta tipurilor diagramelor de SEV.

### Sectorul faliiei ; SW de Sîntandrei

Prin îndesirea izobatelor hărții orizontului rezistiv-reper, a izoliniilor hărții abscisei minimului diagramelor de SEV, a izoohmelor hărții rezis-tivităților pentru  $AB/2 = 4000$  m, a izoliniilor hărții tipurilor diagramelor de SEV, precum și prin marea varietate a acestor tipuri, în sectorul de la SW de Sîntandrei se pune în evidență o zonă de faliere, pe direcția

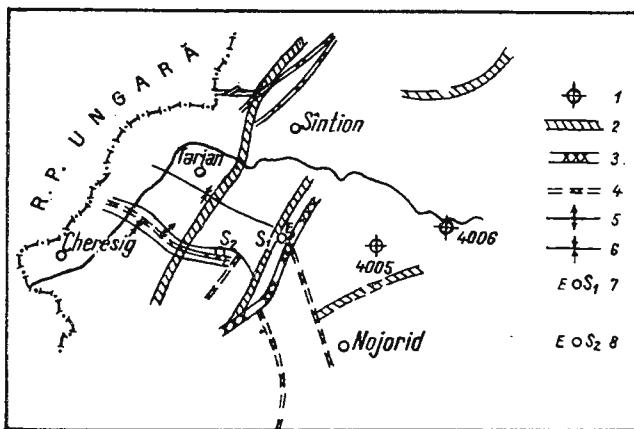


Fig. 4. — Schiță structurală la baza sedimentarului :  
1, foraj; 2, zonă de discontinuitate (seismică); 3, falie electrometrică;  
4, falie sau flexură (electrometrică); 5, axul zonei de ridicare (elec-trometric); 6, axul zonei de scufundare (electrometric); 7, foraj propus pentru ape termale pe date electrometrice; 8, foraj propus  
pentru substanțe minerale fluide pe date electrometrice.

Esquisse structurale à la base des dépôts sédimentaires :

1, forage; 2, zone de discontinuité (sismique); 3, faille électrique;  
4, faille ou flexure (électrique); 5, axe de la zone de soulèvement  
(électrique); 6, axe de la zone d'affaissement (électrique); 7, forage  
en vue de déceler des eaux thermales, proposé d'après des données  
électriques ; 8, forage en vue de déceler des substances minérales  
fluides, proposé d'après des données électriques.

**NE-SW. Falierea este stabilită eleotrometric la nivelul orizontului rezistent electric, atribuit în această zonă Cretacicului. Ea este în imediata apropiere a unei falii trasată pe date seismicice, în figura 4. Decalajul dintre datele celor două metode se explică prin nivelul diferit la care se situează orizontul reper al electrometriei (Cretacicul) și cel al seismiciei (cristalinul) și permite precizări asupra inclinării planului de faliere. Îndesirea tuturor izoliniilor hărții cu izobate se produce pe o distanță, în plan, de**

500—1000 m, iar decroșarea pe verticală a compartimentelor — dedusă din valorile izobatelor — este cuprinsă între 500 și 800 m.

Zona de falieri de la SW de Sântandrei poate reprezenta o importantă cale de acces pentru apele termale și zonele depresionare din preajma sa — care corespund cu zone de scădere a rezistivităților — sunt zone prin care ar putea circula ape termale. Un astfel de caz este zona depresionară (la cca 2000 m de la suprafață) din NE zonei de falieri. (Valorile relative ale adâncimilor zonei de scufundare prezintă o denivelare de 300—500 m, față de valorile ambiante, mai ridicate). Zona depresionară apare și pe harta abscisei minimului și se suprapune — în harta rezistivităților pentru  $AB = 4000$  m — cu un minim de rezistivitate de  $10,1 \Omega$  m, înconjurat de valori de cca  $13 \Omega$  m. Diagramele de SEV ale acestei zone indică valori minime ale rezistivităților de  $8,5—9 \Omega$  m.

Pentru considerentele mai sus expuse, această zonă este recomandată explorării, cu un foraj de cca 2300 m, pentru ape termale.

#### *Sectorul de la NW de faliie — frontieră cu R. P. Ungaria*

În acest sector — de la zona faliei spre frontieră cu Ungaria — se pune în evidență o ridicare a orizontului rezistiv-reper, pe direcția SE-NW. Această creastă apare și pe harta abscisei minimului, pe harta rezistivităților pentru  $AB/2 = 4000$  m, prin valori crescute și pe harta tipurilor diagramelor de SEV, prin tipul cu număr redus de strate, KQH, față de tipul cu mai multe strate KQQH sau KQQQH, corespunzător zonelor de scufundare adiacente.

Axul ridicării limitei superioare a depozitelor mezozoice se placează la adâncimi de cca 1600 m de la suprafață, iar în zonele scufundate adiacente această limită se placează la adâncimi de cca 3400 m spre NE și la cca 2800 m spre SE. Spre SE, trecerea de la adâncimile de 1600 m la adâncimile de 2800 m se face destul de brusc (pe o distanță pe orizontală de cca 1000 m), fapt care ne sugerează posibilitatea existenței unei falii în această zonă.

Între datele seismice raportate la fundament și cele electrometrice nu există corespondență în această zonă. Seismica pune în evidență o discontinuitate, care este atribuită unei falii. Neconcordanța dintre falia extrapolată pe date seismice la SW de Criș și ridicarea apărută pe hărțile electrometrice pe direcția SE-NW se explică prin aceea că informațiile seismice vin de la limita sedimentar-fundament, iar calele electrometrice de la limita superioară a depozitelor sedimentare mezozoice. Se creează astfel posibilitatea ca falia să existe la fundamental



cristalin, iar mai sus Cretacicul superior și chiar depozitele mio-pliocene să se fi cutat sub forma unei ridicări. Pentru această ultimă situație pledează chiar o hartă seismică — harta cu izobate la baza Pliocenului (fig. 5) — care evidențiază o ridicare la acest nivel, orientată pe direc-

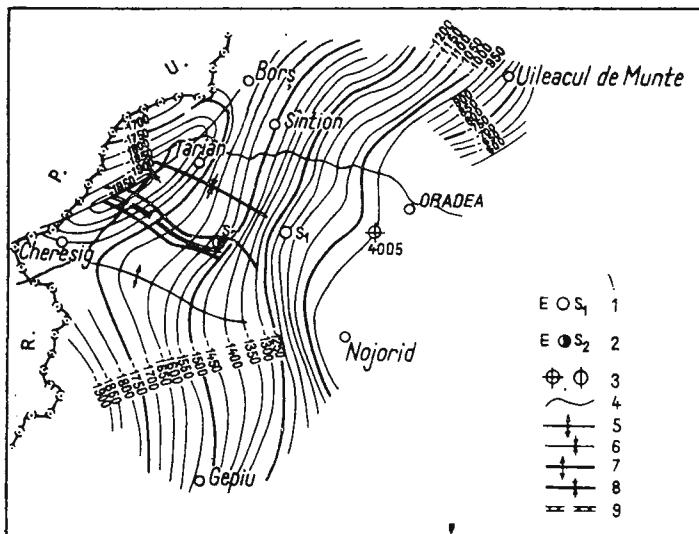


Fig. 5. — Harta cu izobate la baza Pliocenului :  
 1, foraj propus pentru ape termale pe date electrometrice; 2, foraj propus pentru substanțe minerale fluide pe date electrometrice; 3, foraj executat; 4, izobate; 5, ax anticinal (seismic); 6, ax sinclinal (seismic); 7, axul zonei de ridicare (electrometrică); 8, axul zonei de scufundare (electrometrică); 9, falie sau flexură electrometrică.

Carte des isobathes de la partie basale du Pliocène :  
 1, forage en vue de déceler des eaux thermales, proposé d'après des données électriques; 2, forage en vue de déceler des substances minérales fluides proposé d'après des données électriques; 3, forage executé; 4, isobathes; 5, axe anticlinale (sismique); 6, axe synclinale (sismique); 7, axe de la zone de soulèvement (électrique); 8, axe de la zone d'affaissement (électrique); 9, faille ou flexure électrique.

ția SE-NW — aceeași cu a ridicării evidențiate electrometric — însă situată mai spre SW.

Zonale de scufundare și zona de ridicare evidențiate electrometric pe harta cu izobate a orizontului rezistiv-reper se regăsesc și pe harta rezistivităților pentru AB/2 — 4000 m, prin zone cu rezistivități scăzute ( $8\text{--}10 \Omega \text{ m}$ ) și respectiv crescute ( $11 \Omega \text{ m}$ ).

În schița seismică structurală de la baza sedimentarului, prezentată în figura 4, au fost suprapuse și datele electrometrice. În afara zonei

de la SW de Criș, discutată mai sus, se mai remarcă pe această figură corespondența faliilor evidențiate atât electrometric cât și seismic. Un oarecare decalaj între faliile trasate pe datele celor două metode geofizice se explică prin nivelul diferit investigat de acestea (electrometria a investigat limita superioară a depozitelor mezozoice, iar seismică a cartat limita superioară a fundamentului cristalin).

### Interpretarea hărții abscisei minimului care precede intrarea în orizontul rezistiv-reper

Izoliniile acestei hărți (fig. 6) urmăresc — ca și harta cu izobate — relieful orizontului rezistiv-reper, situat la limita superioară a depozitelor mezozoice. Adâncimile date de aceste izolinii sunt însă orientative

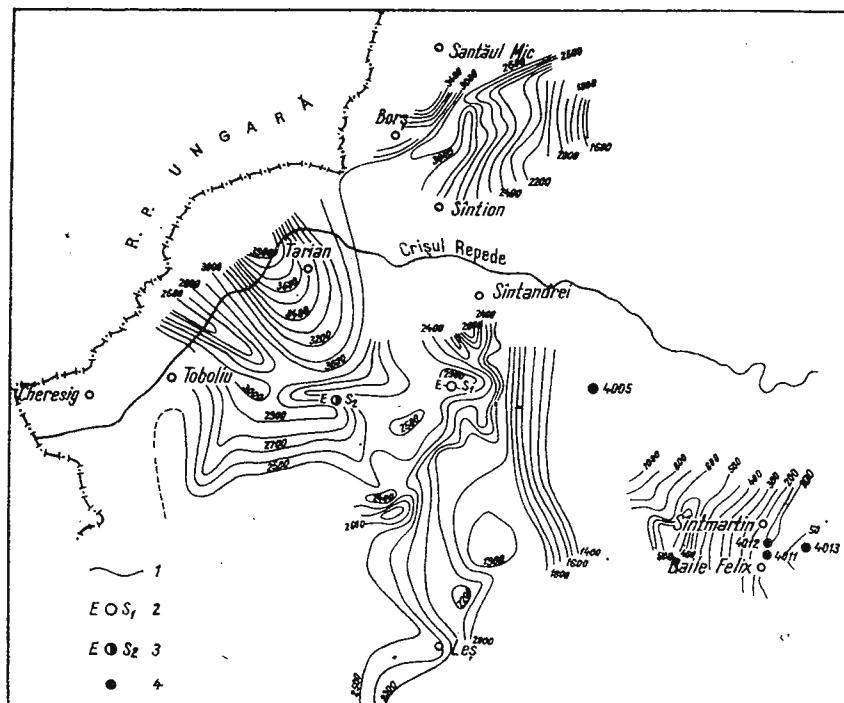


Fig. 6. — Harta abscisei minimului de rezistivitate, care precede intrarea în orizontul rezistiv-reper :

- 1, izolinii ale abscisei minimului diagramelor SEV; 2, foraj propus pentru ape termale pe date electrometrice; 3, foraj propus pentru substanțe minerale fluide pe date electrometrice;
- 4, foraj existent.

Carte de l'abscise du minimum de résistivité, qui précède l'horizon résistif-repère :  
 1, isolignes de l'abscise du minimum des diagrammes SEV; 2, forage en vue de déceler des eaux thermales, proposé d'après des données électriques ; 3, forage en vue de déceler des substances minérales fluides, proposé d'après des données électriques ; 4, forage existant.

și nu au corespondență reală pe care o au izobatele hărții din figura 3. Interpretarea hărții abscisei minimului este similară cu cea a hărții cu izobate și subliniază concluziile desprinse din interpretarea celei din urmă.

### Interpretarea hărții rezistivităților pentru $AB/2 = 4000$ m

Prin distribuția valorilor de rezistivitate, această hartă (fig. 7) subliniază rezultatele obținute prin celelalte hărți electrometrice. Pe hartă se remarcă cădereea spre W și NW a formațiunilor geologice, pe fondul căreia apare la SW de Sântandrei o îndesire a izoohmelor interpretată ca fiind efectul unei falii, o zonă de scufundare evidențiată prin valori

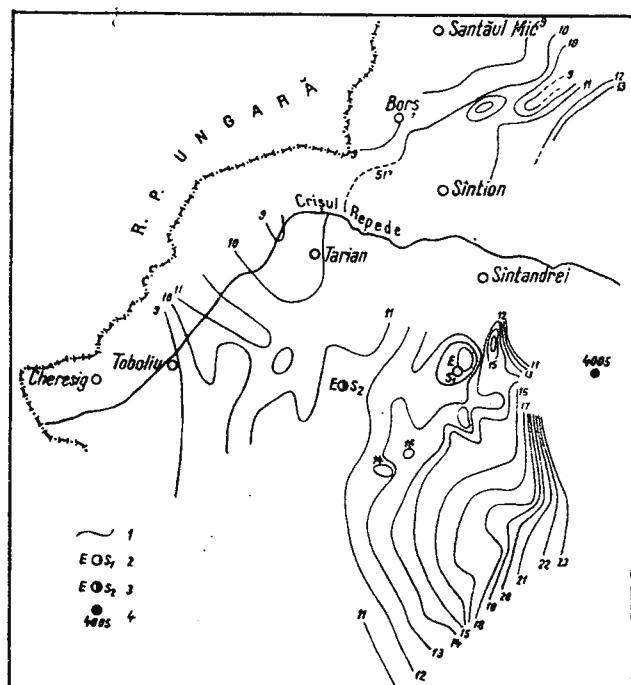


Fig. 7. — Harta rezistivităților pentru  $AB/2=4000$  m :  
1, izoohme; 2, foraj propus pentru ape termale pe date electro-  
metrice; 3, foraj propus pentru substanțe minerale fluide pe date  
electrometrice; 4, foraj existent.

Carte des résistivités du  $AB/2=4000$  m :

1, isoohmes; 2, forage en vue de déceler des eaux thermales,  
proposé d'après des données électriques; 3, forage en vue de déceler  
des substances minérales fluides, proposé d'après des données élec-  
triques; 4, forage existant.

scăzute de rezistivitate (recomandată forajului de explorare pentru ape termale), precum și zona de ridicare a depozitelor mio-pliocene și cretaceous, corespunzătoare unor valori crescute de rezistivitate.

### Interpretarea hărții rezistivităților pentru $AB/2 = 150$ m

Urmărind — în reprezentare plană — maximul de rezistivitate  $K$  al diagramelor de SEV, această hartă (fig. 8) redă — în perimetrul

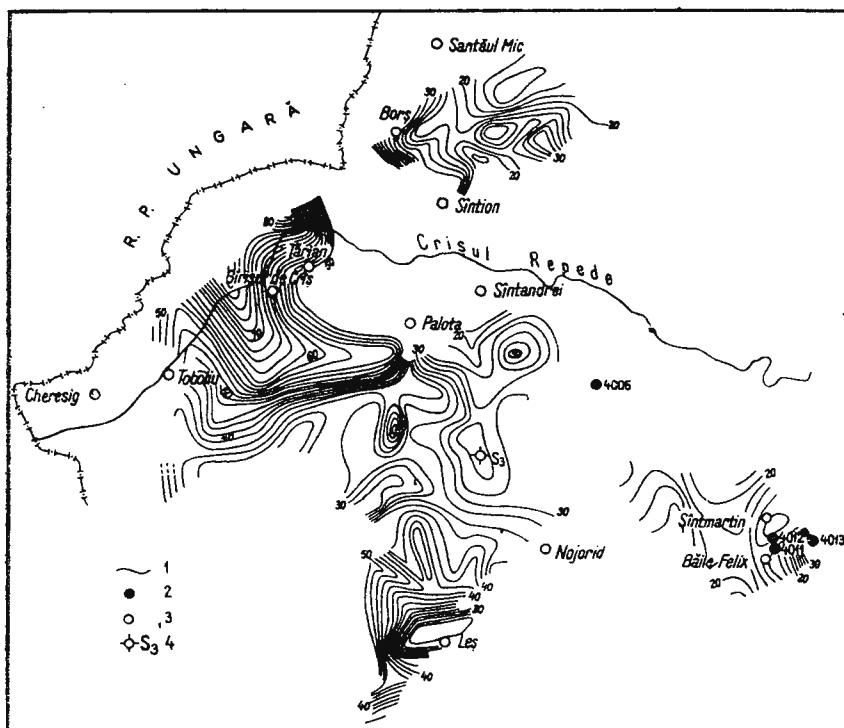


Fig. 8. — Harta rezistivităților pentru  $AB/2 = 150$  m :

1, izoohme; 2, foraje adânci; 3, foraje hidrogeologice; 4, foraj propus pentru ape de suprafață pe date electrometrice.

Carte des résistivités de  $AB/2 = 150$  m :

1, isoohmes; 2, forages de profondeur; 3, forages hydrogéologiques; 4, forage en vue de déceler des eaux superficielles, proposé d'après des données électriques.

prospectat — evoluția alluviunilor cuaternare rezistive (pietrișuri și grohotișuri), în care zonele de rezistivitate scăzută reprezintă zone de probabile acumulări de ape de suprafață.

Valorile foarte mari de rezistivitate din cuprinsul hărții indică zonele de maximă îngroșare a depozitelor alluvionare din lunca Crișului Repede, la S de Criș și spre frontieră cu R. P. Ungară. În cadrul acestui maxim de rezistivitate, inflexiunile izoohmelor — în dreptul forajului hidrogeologic de la Girișul de Criș — indică o scădere de rezistivitate, care se pune pe seama apei întălnite în acest foraj, între metrii 20 și 60.

Sunt recomandate forajului hidrogeologic, pentru ape de suprafață, toate zonele de minime rezistivimetrice în cadrul cărora diagramele de SEV prezintă o zonă intermedieră de scădere accentuată a rezistivităților, adică minim de tipul H. O astfel de zonă — indicată pe harta rezistivităților pentru  $AB/2 = 150$  m — este recomandată spre explorare cu un foraj de 100 m adâncime. Punctul de amplasare a forajului a fost figurat numai pe această hartă, pentru a nu se crea confuzii pe celelalte hărți de profunzime.

#### V. CONCLUZII

Prospecțiunea electrometrică în bazinul panonic — zona de la SW de Oradea — a fost realizată prin sondaje electrice verticale cu o lungime maximă a dispozitivelor de emisie a curentului electric în sol de 12 km, într-o rețea de 1 km/1 km.

Prin rezultatele obținute s-a putut stabili evoluția pe verticală a rezistivităților — fapt care a dus la redactarea de hărți de rezistivități la două niveluri — și s-au putut urmări relieful și adâncimile unui orizont rezistiv-reper, situat la limita superioară a depozitelor mezozoice, fapt care a permis realizarea unei hărți cu izobate a acestei limite și a unor hărți specifice determinărilor electrometrisce (harta abscisei ultimului minim de rezistivitate al diagramelor de SEV și harta tipurilor de diagrame SEV, împreună cu evoluția coeficientului de anizotropie).

Ca urmare a interpretărilor cantitative și calitative ale hărților electrometrisce, s-a evidențiat căderea majoră spre NW și W a formațiunilor geologice ale bazinului panonic, în partea sa marginală estică, pe care s-a precizat continuarea unei importante falii la SW de Sîntandrei — de direcție NE-SW — care poate reprezenta o cale de acces pentru ape termale și s-a determinat — între Nojorid și Cheresig, pe direcția SE-NW — o ridicare la limita superioară a Mezozoicului, care probabil se transmite și depozitelor mio-pliocene.

Se recomandă ca în zona faliei de la SW de Sîntandrei să se execute un foraj de explorare pentru ape termale de cca 2300 m. El este amplasat într-o zonă de scufundare corespunzătoare unui minim de rezistivitate și ar urma să întilnească ape în depozitele superioare ale Cretacicului. Este de asemenea recomandabil ca în zona ridicării dintre Nojorid și

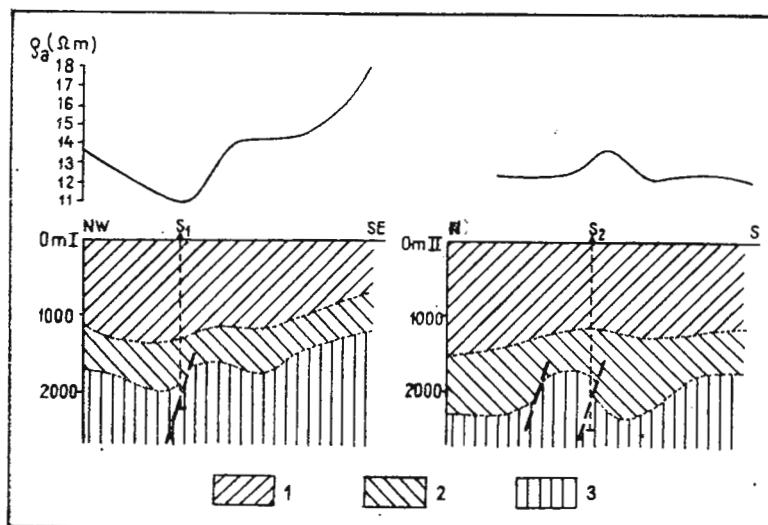


Fig. 9. — Profile ipotetice în zonele forajelor propuse  
1, Pliocen; 2, Miocen; 3, Cretacic.

Coupes hypothétiques dans les zones des forages proposés :  
1, Pliocène; 2, Miocène; 3, Crétacé.

Cheresig să se execute un foraj de explorare pentru recunoașterea acestei structuri pînă la adîncimea de cca 2500 m, pentru ca astfel să traverseze întreaga succesiune a depozitelor mio-pliocene, în care pot exista roci magazin pentru substanțe minerale utile fluide.

În mod deosebit, se recomandă continuarea prospecțiunilor electrometrice — prin sondaje electrice verticale, în rețea de 2 km/2 km — în întreg bazinul panonic, pe porțiunea sa de pe teritoriul R. S. România. Cînd se subliniază această cerință, se are în vedere că prospecția unea electromagnetică este în măsură să urmărească în întreaga regiune relieful și adîncimile unui orizont rezistiv-reper, reprezentat de limita superioară a depozitelor mezozoice și că acest fapt nu este întotdeauna realizat de seismică.

În urma rezultatelor obținute apare deci cu claritate necesitatea dublării hărților seismice cu hărțile electrometrice — obținute prin metoda sondajelor electrice verticale.

### BIBLIOGRAFIE

- Gavăt I., Airinei St., Botezatu R., Socolescu M., Stoenescu Sc., Vencov I. (1963) Carte de la structure géologique profonde de la R. P. Roumanie. *Stud. cerc. geof.*, I, București.
- Ichim T., Popa M., Costea I., Lebenson C., Voinea V. (1967) Contribution à la stratigraphie mio-pliocène de la dépression pannonienne sur le territoire de la R. S. Roumanie. *Asoc. Geol. Carpato-Balkan.*, VIII-ème Congres, Beograd.
- Mihail C. (1970) Adincimile și relieful fundamentului bazinului Gheorghieni deduse din date geoelectrice. *Stud. tehn. econ.*, D, 7, București.
- Paucă M. (1954) Neogenul din bazinile externe ale munților Apuseni. *An. Com. geol.*, XXVIII, București.
- Ștefănescu S., Schlumberger C., Schlumberger M. (1930) Sur la distribution électrique autour d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales, homogènes et isotropes. *Journ. phys. et rad.*, ser. 7, I, Paris.
- Schlumberger C., Schlumberger M. (1932) Études théoriques, sur la prospection électrique du sous-sol, II-ème série. *Stud. tehn. econ.*, XIV, 2, București.
  - (1950) Modèles théoriques de milieux hétérogènes pour les méthodes de prospection électrique à courants stationnaires. *Stud. tehn. econ.*, D, 2, București.
  - Vijdea V., Nicolaï S. (1963) Noi aplicații ale mediilor heterogene în teoria prospecțiunii electrice cu curent continuu. *Stud. cercet. geofiz.*, I, 1, București.
  - (1965) Sur la prospection électrique par la méthode des émetteurs croisés. *Asoc. Géol. Carpato-Balc.*, Congr. VII, VI, Sofia.

### PROSPECTIONS ÉLECTRIQUES EN VUE DE DÉCELER DES EAUX THERMALES DANS LE BASSIN PANONIEN (ZONE D'ORADEA)

(Résumé)

La zone investiguée par des sondages électriques verticaux est située dans la partie centrale de la dépression pannonienne, notamment au sud du cristallin des Monts Rez et au nord de la surélévation cristalline d'Inand-Salonta. Elle



Institutul Geologic al României

apparaît comme un secteur affaissé de cette dépression où l'on rencontre des dépôts du Paléozoïque supérieur, Mésozoïque et Néozoïque supérieur.

Les forages exécutés dans ce secteur nous renseignent sur la colonne stratigraphique et sur la tectonique de la région. Ils ont mis en évidence de nouvelles accumulations en eaux thermales à Oradea.

Les prospections électriques ont mis en évidence — le long de l'affaissement général (correspondant aux formations géologiques) vers l'W et le NW — le prolongement d'une importante faille au SW de Sîntandrei (en direction NE-SW), faille qui pourrait représenter une voie d'accès pour les eaux thermales, et d'un soulèvement (entre Nojorid et Cheresig) à la limite supérieure des dépôts mésozoïques, qui pourrait affecter tant les dépôts crétacés que ceux mio-pliocènes où les hydrocarbures pourraient s'accumuler.

L'ouvrage présente des corrélations entre les données électriques et sismiques en retenant les conclusions qui se détachent de la comparaison des résultats de niveaux différents d'investigations obtenus aux moyens de ces deux méthodes géophysiques.

Finalement sont proposés quelques points d'emplacement de forages d'exploration en vue de déceler de nouvelles structures favorables à l'accumulation des eaux minérales.





Institutul Geologic al României

ASPECTE HIDRO-GEOTEHNICE ALE ZONEI MASIVULUI DE SARE  
DE LA OCNA SIBIULUI, RELEVATE DE CERCETAREA  
ELECTROMETRICĂ

DE  
FLORIN SCURTU<sup>1</sup>

**Abstract**

Hydro-Geotechnical Features of the Ocna Sibiului Salt Massif Zone Revealed by Geoelectrical Research. Results of geoelectrical research carried out in the zone of the Ocna Sibiului Salt Massif are presented. Electrical soundings in Schlumberger arrangement (AB maximum equal 120 m) and the selfpotential measurements have been used. Resistivity measurements indicated the presence of some underground excavations in the salt, flooded by brackish waters (apparent resistivity values lower than  $2 \Omega \text{ m}$ ). The map of the selfpotential measurements presents minima which correspond to zones of descending circulation of fresh waters from the surface. As these dissolve of some new amounts of salt from the walls of the caves, which can lead to the collapse of their ceilings, special measures for further construction in these zones are recommended.

Numeroase probleme de geologie inginerească pot fi explicitate cu ajutorul cercetării geoelectrice. Aceasta își aduce un însemnat aport în determinarea grosimii depozitelor afinăte care stau peste un fundament compact, în determinarea zonelor carstificate din cuprinsul unei formațiuni solubile sau a zonelor fisurate din cuprinsul unei formațiuni compacțe insolubile. Zonele de infiltrare a apei pe sub baraje sau zonele de corodare a unor conducte îngropate sănt de asemenea cartabile electro-metric, prin metoda potențialului natural. Alte numeroase probleme geotehnice legate de construcțiile inginerești (determinarea adâncimii fun-

<sup>1</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.



dăției unor clădiri mai vechi ,evidențierea zonelor propice pentru deschiderea unor balastiere etc.) ca și unele probleme hidrogeologice conexe (determinarea pînzelor de apă freatică, existența și direcția unor curenți



Fig. 1. — Schița zonei masivului de sare de la Ocna Sibiului :  
1, zona dolinară a masivului de sare ; 2, perimetru studiat electrometric.

Esquisse de la zone du massif salière d'Ocna Sibi :

1, zone dolines du massif salifère ; 2, périmètre étudié par des moyens électrométriques.

de apă subterani etc.) primesc de asemenea soluții, cel puțin calitative, de la cercetarea electrometrică.

Studiul geoelectric efectuat la Ocna Sibiului, la solicitarea D.S.A.P.C. Brașov, a avut ca scop detectarea unor eventuale goluri subterane care ar putea periclită securitatea circulației auto pe tronsonul șoselei Sibiu-Ocna Sibiului situat pe rama vestică a masivului de sare.

#### GEOLOGIA REGIUNII

La constituția geologică a regiunii studiate participă depozite tortoniene, sarmațiene și pliocene.

Depozitele tortoniene apar în facies lagunar și sunt reprezentate prin masivul de sare, de vîrstă tortonian-superioară (Ilie, 1958) precum și printr-un orizont format din marno-argile negricioase, sărate, care acoperă în parte masivul de sare și apar și pe flancurile lui. Sarea este fin cristalizată, de culoare cenușiu-închisă datorită amestecului argilos. În masa sării se observă de asemenea intercalații argiloase, dar nu în benzi continue. În cuiburile argiloase se pot vedea uneori noduli de gips cu simbure anhidritică.

Sarmațianul este constituit din marno-argile și gresii feruginoase, peste care se suprapun, discordant, depozitele pliocene (ponțiene) constituite dintr-un complex marno-argilos bazal și un „complex gresos cu pietrișuri”<sup>2</sup> reprezentat aici printr-o alternanță de nisipuri micacee alb-cenușii sau feruginoase, cu concrețiuni limonitice, lentile de pietrișuri și intercalații de marno-argile.

Depozitele sarmațiene și pliocene apar pe flancurile masivului de sare. Ele prezintă îndinări de  $40^{\circ}$ — $45^{\circ}$  în imediata apropiere a simburului de sare și  $10^{\circ}$ — $15^{\circ}$  la distanță mai mare.

În ceea ce privește grosimile acestor depozite, informațiile de la o sondă a Întreprinderii Gaz-Metan Mediaș, amplasată pe flancul vestic al masivului de sare, arată că limita Pontian/Sarmațian se află la adâncimea de 112 m, iar limita Sarmațian/Tortonian la adâncimea de 404 m. Grosimea masivului de sare și complexul din culcuș nu sunt cunoscute, deoarece nici o lucrare nu a străbătut întregul masiv.

Cuaternarul este reprezentat prin depozite aluviale și coluviale.

<sup>2</sup> M. Dumitriu, Cristina Dumitriu, Aura Cehlarov, Magdalena Radu, Silvia Tiutiucă. Raport de prospecții geologice pentru hidrocarburi, sare și săruri de potasiu în SW bazinului Transilvaniei, între Nouă Român și valea Mureșului. 1964. Arh. M.M.P.G. București.

Din punct de vedere tectonic, este evidențiată aici prezența unui anticlinal cu simbure diapir, constituit din depozite tortoniene, sarmatiene și pliocene, care se poate urmări direct pînă la S de Ocna Sibiului, unde este acoperit de depozitele cuaternare ale bazinului rîului Cibin. Acest anticlinal a fost evidențiat de cercetarea geologică (Ilie, 1953) ca făcînd parte dintr-un anticlinal major, care spre S se arată prelungit prin localitățile Presaca-Ungurei-Ohaba. Prospecțiunea seismică (Popescu, 1962) confirmă existența acestui anticlinal major, diapir, în zona Presaca-Ocna Sibiului și chiar mai spre S, pînă la Gușterița și Cașolt (la SE de Sibiu), constituind „linia sării”.

Prospecțiunea gravimetrică (Stoenescu, 1955, 1962) a evidențiat în această zonă un minim gravimetric intens care urmărește, pe aliniamentul Vingard-Topîrcea-Șura Mică, limita nord-estică a munților Sebeș, un maxim local intens, de formă ovală, în zona orașului Sibiu și un maxim intens pe aliniamentul Roșia de Secaș-Armeni-Slimnic-Vurpăr-Roșia (la E de minimul menționat). Toate aceste anomalii sunt puse pe seama reliefului fundamentalui cristalin, care prezintă un contrast pozitiv de densitate față de sedimentarul acoperitor. Zona Ocna Sibiului se află pe flancul estic al zonei scufundate Vingard-Șura Mică, anticlinalul Presaca-Ocna Sibiului neavînd deci un corespondent în relieful fundamentalui.

#### GEOMORFOLOGIA ȘI HIDROGEOLOGIA ZONEI MASIVULUI DE SARE

Fenomenele de prăbușire a terenului legate de existența unor goluri în substrat se pot vedea, în diferite stadii, chiar în apropierea șoselei Sibiu-Ocna Sibiului: un adevărat aven în sare, cu pereti verticali, a cărui adâncime nu este cunoscută dar care a generat în depozitele acoperitoare o pîlnie cu diametrul de cca 30 m, se află la mai puțin de 150 m distanță de șosea. Acest aven se află în apropierea fostului puț de acces în salina Sf. Ignățiu (abandonată prin anul 1953). Din afirmațiile locuitorilor rezultă că pe amplasamentul actualului aven nu a existat o excavație anterioară, dar la un moment dat s-a format aici o mică denivelare, cu cîteva zeci de centimetri diametru, care a crescut mereu atât ca diametru cât și ca adâncime, pînă cînd a apărut la zi gura acestui aven prin care au fost transportate depozitele acoperitoare.

Alte avene, mai mici și poate și mai puțin adinci, se pot observa și în alte zone, ca de exemplu cele aflate la 50—100 m mai spre S, într-o zonă depresionară care a fost în trecut un lac sărat (lacul Austel), asecat prin anul 1822. Aici, unde apariția sării la zi este destul de



răspândită, se pot observa fenomene de dizolvare preferențială a sării, probabil pe zone mai permeabile preexistente.

O prăbușire în curs de formare este vizibilă la cca 40 m E de șosea. La suprafață ea are 3 m diametru și o denivelare de cca 50 cm cu marginile abrupte. La 30 m mai spre SE de aceasta se află altă pîlnie de prăbușire, cu diametrul de 10 m și denivelarea de 5—6 m, iar între acestea o altă prăbușire, cu diametrul de cca 4 m și denivelarea de 1 m.

Morfologia zonei dolinare corespunzătoare masivului de sare este completată de mici movile ce poartă pe creștet câte o pălărie de pietrișuri, de mici doline, de viroage cu malurile prăbușite și de lacuri sărate sau în curs de îndulcire, care constituie caracteristica cea mai pregnantă a peisajului. În total sunt prezente pe această zonă mai mult de zece lacuri, mai mari sau mai mici, mai sărate sau mai puțin sărate. Despre cele mai multe dintre ele se știe, despre celelalte se presupune, că ocupă foste puțuri de exploatare a sării, abandonate de obicei din cauza unor viituri puternice de apă. Aceste exploatari își au începutul în trecutul îndepărtat, poate chiar înainte de venirea romanilor (după J. von Fichtel citat de Maxim 1931).

Dintre lacurile sărate cităm :

**Lacul Brîncoveanu** are adâncimea de cca 30 m (Maxim, 1931), apa este saturată, pereții lui fiind constituiți din sare. După Kovats (citat de Maxim 1931) vechea ocnă a fost părăsită la sfîrșitul secolului XVII cînd avea adâncimea de 90 stînjeni (cca 170 m), din cauza inundării brûște.

În anul 1966 nivelul lacului a scăzut brusc cu cca 3 m după care s-a stabilizat. Această descărcare se pare că s-a făcut (și probabil se mai face și acum cînd nivelul lacului ar crește din cauza ploilor), printr-o zonă mai intens fisurată care se observă în extremitățile de NW și SE ale lacului.

**Lacul Rînduница** (Sf. Ion) are adâncimea de numai cîțiva metri. Vechea ocnă a fost deschisă în 1775, după ce se făcuseră niște puțuri în masivul de sare. Unul din ele a întîlnit la adâncimea de 11 m o galerie veche în formă pătratică, în care se scurgea noroi. S-au găsit și resturi de unele rudimentare pentru exploatarea sării. În 1870, cînd mina avea 80 m adâncime și un diametru de 47 m la bază, au început să se manifeste infiltrații de apă și s-a bănuit că apa vine din lacul Brîncoveanu. După ce s-a început scurgerea apei din lac, debitul apei în ocnă s-a micșorat, ceea ce denotă o legătură între lac și vechea mină. Este de remarcat totuși că nivelul apei în lacul Brîncoveanu este mai

sus decât în lacul Rîndunica, deci eventuala cale de scurgere a apei din lacul Brîncoveanu se află deasupra nivelului actual al lacului (sub nivelul apei fiind probabil colmatată cu argilă din maluri).

**Lacul Ocnița** ocupă o veche ocnă, care în 1743 era în lucru, în 1795 având 130 m adâncime. În 1817 mina a fost inundată și abandonată. În 1930 lacul avea 98,5 m adâncime.

**Lacul Ocna Pustie** (Avram Iancu) este amplasat și el într-o veche ocnă (Grosse Grube), care în 1743 era în exploatare intensă, în 1796 având cca 140 m adâncime iar diametrul bazei cca 70 m. În 1808 apa pătrunde cu putere în ocnă, aducând și un rest de gard de nisip dintr-o galerie veche, indicând existența în apropiere a unei exploatari vechi. În 1817 ocna este inundată și părăsită. În 1850 golul ocnei părăsite avea 150 m pînă la nivelul apei, iar în 1930 adâncimea maximă de 132 m, restul fiind probabil colmatat cu blocuri de sare din pereti și cu argilă din maluri. Probabil că are comunicare cu lacul Ocnița, fiindcă au variații simultane ale nivelului apei.

**Lacurile Horia, Cloșca și Crișan** se presupune că au fost și ele vechi exploatari române. În 1770 erau aici cinci lacuri, care s-au unit ulterior în trei lacuri.

**Lacul fără fund** (lacul Francisc) corespunde unei vechi ocne, părăsită în 1775 și ulterior prăbușită brusc. În 1930 lacul avea 34 m adâncime.

**Lacul Mîtelor** are o origină problematică, deoarece nu este menționată existența unei ocne în acest loc. O alternativă este aceea că ocna ar fi fost foarte veche, mai veche decât cele mai vechi informații pe care le avem despre această zonă. Adâncimea excavației era de 72 m în 1930.

În afara de aceste lacuri sărate, mai există aici și lacuri (**lacul Vrăjitoarelor**, **lacul Pinzelor**) îndulcite sau pe cale de îndulcire prin aport de apă dulce, ulterior împotmolirii cu depozite terigene (din malurile prăbușite) care izolează apa lacului de masivul de sare.

Tot un lac sărat a fost și **lacul Avestel**, menționat mai înainte, care a fost asecat în anul 1822 deoarece mina Sf. Ignățiu aflată imediat la NW de lac, începușe să fie inundată cînd se ajunsese cu săparea la adâncimea de 42 m. Se presupunea că apa care se infiltra în mină provine din acest lac, dar asecarea lacului nu a oprit infiltrarea apei în mină. Tinind seama și de faptul că apa care se infiltra era puțin sărată, pe cînd apa lacului era saturată, se deduce că sursa infiltrării era alta, probabil din apele cantonate în depozitele terigene superficiale.

Mina Sf. Ignățiu avea cca 70 m adâncime în 1930, dar nu se lucra decât iarna (probabil din cauza infiltrărilor de apă) și numai pentru nevoile populației locale. Prin anul 1935 a fost abandonată. Din informațiile primite de la localnici reiese că mina avea un puț de acces (gura lui este actualmente acoperită cu o placă de beton), o galerie orizontală care mergea aproximativ spre N și plecând din aceasta o galerie mai lungă care mergea aproximativ spre W, depășind actuala șosea.

Zona de la W de zona dolinară a masivului de sare, imediat la W de șoseaua Ocna Sibiului-Sibiu, este o zonă colinară, cu înălțimi ce nu depășesc însă cu mai mult de 50 m cota șoselei.

În privința hidrogeologiei zonei masivului de sare, se constată aici existența unor acumulări locale de ape subterane superficiale (dulci sau sălmastre) în lentilele de pietrișuri sau nisipuri care stau peste sare și a unor acumulări de ape sărate sau în curs de îndulcire în golurile artificiale sau naturale din sare.

Există în această zonă atât fenomene de circulație descendantă a apelor vadoase, prin rocile poroase sau prin zonele fisurate din sare, cât și o circulație pe orizontală, pe suprafața sării sau prin golurile din ea. O astfel de circulație se constată și în avenul de lîngă gura fostei mine Sf. Ignățiu, unde, numai după perioadele mai ploioase, se aud zgomotul pîriului subteran. Acest aven are probabil legătură cu lacul Brîncoveanu, deoarece în perioada când nivelul acestui lac a scăzut brusc cu cca 3 m (în anul 1966) în aven se auzea un zgomot foarte puternic. Avenul este probabil legat și de fostele galerii orizontale ale minei, care canalizează apa.

#### METODICA LUCRĂRIILOR

Au fost folosite metoda sondajului electric vertical și metoda potențialului natural. Sondajele electrice verticale au fost amplasate pe profile transversale pe șosea, cu echidistanță de 20 m între sondaje și 30 m între profile în axul șoselei. Lungimea maximă a liniei AB a fost 120 m. Utilizarea acestei metode este justificată de existența unui contrast de rezistivitate între sare (practic izolantă din punct de vedere electric) și depozitele acoperitoare, în acestea din urmă existînd de asemenea un contrast rezistivimetric între zonele unde a avut loc un proces de dizolvare a sării sau de sufozie (stricarea echilibrului rocilor de deasupra nivelului hidrostatic, prin antrenarea particulelor fine spre un nivel inferior) și zonele nederanjate.

Metoda polarizației naturale a fost utilizată pe aceleasi profile ca și sondajele electrice verticale și în plus pe zona lacurilor Brîncoveanu și Austel, pentru a se determina zonele de infiltratie a apelor meteorice, care trebuie să genereze anomalii de minim din cauza fenomenelor de electrofiltrare și difuzie-adsorbție.

#### DESCRIEREA REZULTATELOR

Curbele SEV obținute reflectă structura subsolului, ele indicind în general un orizont cu rezistivitatea de cîteva zeci de  $\Omega \cdot m$  în partea superioară a secțiunii, urmat de un orizont conductor ( $1-5 \Omega \cdot m$ ) care stă peste un orizont izolant reprezentind sarea. Orizontul conductor il

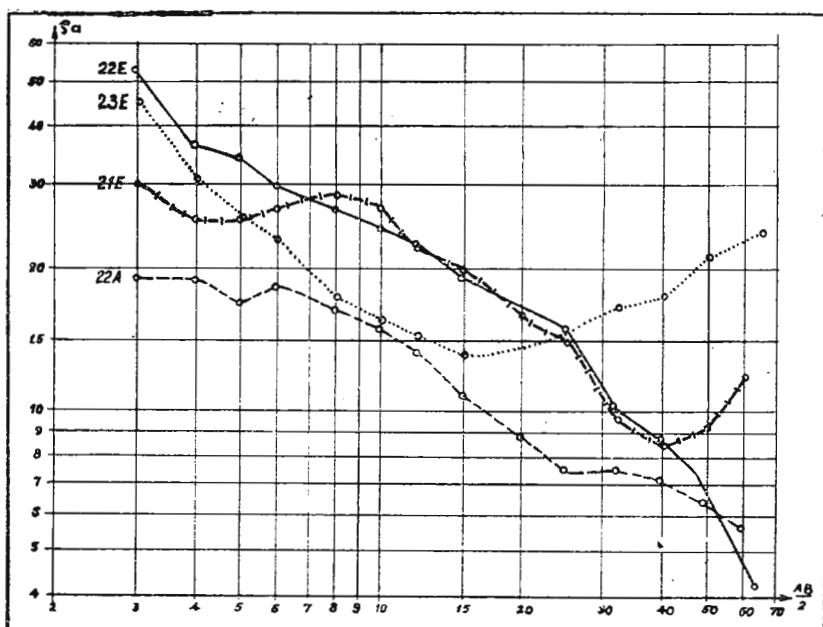


Fig. 2. — Diagramme S.E.V.  
Diagrammes de sondages électriques verticaux.

atribuim depozitelor îmbibate cu apă sărată care sunt situate în coprișul sării, iar orizontul superior — depozitelor superficiale, neinundate. Excepție de la această regulă generală fac sondajele electrice verticale 22 A și 22 E (fig. 2), în care orizontul izolant nu apare. Ele ne sugerează existența aici a unei zone depresionare orientate E-W, de lățime mai mică de 60 m (profilele vecine prezintă curbe SEV care reflectă prezența

fundamentului izolant). Considerăm că această zonă reprezintă o vale subterană săpată pe suprafața sării, prin care circulă apă sărată (probabil spre W, în sensul scufundării masivului de sare). În acest caz, circulația apei pe suprafața sării poate produce deranjamente în depozitele acoperitoare, pînă la suprafață, constituind aici o zonă periculoasă pentru șosea.

Mai sunt de remarcat o serie de alte sondaje electrice verticale, în care rezistivitatea aparentă coboară sub  $2 \Omega\text{m}$  (sondajele 7A, 7C, 8C etc.) sau chiar sub  $1 \Omega\text{m}$  ( $0,8 \Omega\text{m}$  în sondajul 9C) reflectînd, în interpretarea noastră, caverne ascunse invadate de apă sărată.

Harta valorilor minime ale rezistivității aparente prezintă sinoptic răspîndirea acestor zone ce pot evoluă în dauna stabilității șoselei. Ele sunt localizate de anomalii înclose de izolinile de  $2 \Omega\text{m}$  (fig. 3). Izolinia de  $5 \Omega\text{m}$  urmărește probabil limita vestică a zonei în care masivul de sare se află în imediata apropiere a suprafeței, de unde se scufundă spre W.

Secțiunile geoelectrice construite pe baza diagramelor SEV aduc informații suplimentare, privind evoluția pe verticală și pe orizontală a rezistivităților aparente. O parte din aceste secțiuni sunt prezentate în figura 4 și figura 5.

Secțiunile din partea de N a zonei (profilele 3 și 4) evidențiază flancul vestic al masivului de sare și o serie de variații litologice în sedimentarul mai nou (care se manifestă sub forma unei succesiuni de maxime și minime rezistivimetrice pe verticală, sugerînd chiar efilări de strate). Pe profilul 4 se remarcă și două zone cu  $\rho_a > 2 \Omega\text{ m}$  în punctele 4A și 4D, cu interpretarea menționată mai sus.

Mai spre S, suprafața sării (urmărită calitativ de linia de minim al rezistivității aparente în secțiunile geoelectrice) pare să fie aproape orizontală, cu mici denivelări și caverne cu apă sărată (în punctele 7A și 7C), pînă pe profilul 9.

Pe acest profil apare minimul foarte puternic ( $0,8 \Omega\text{m}$ ) de pe verticală punctului 9C, cavernă căreia i se asociază fiind trădată de fenomene incipiente de prăbușire vizibile la suprafață.

Mai spre S, secțiunea geoelectrică a profilului 11 reflectă scufundarea rapidă spre W a masivului de sare. Pe celelalte profile din partea de S a zonei nu au fost construite secțiuni geoelectrice din cauza insuficienței cantitative a datelor.

Harta valorilor potențialelor naturale (fig. 6) este foarte utilă deoarece ne indică zonele cu permeabilitate mai mare, prin care apele superficiale circulă descendant. Aceste zone sunt foarte interesante din

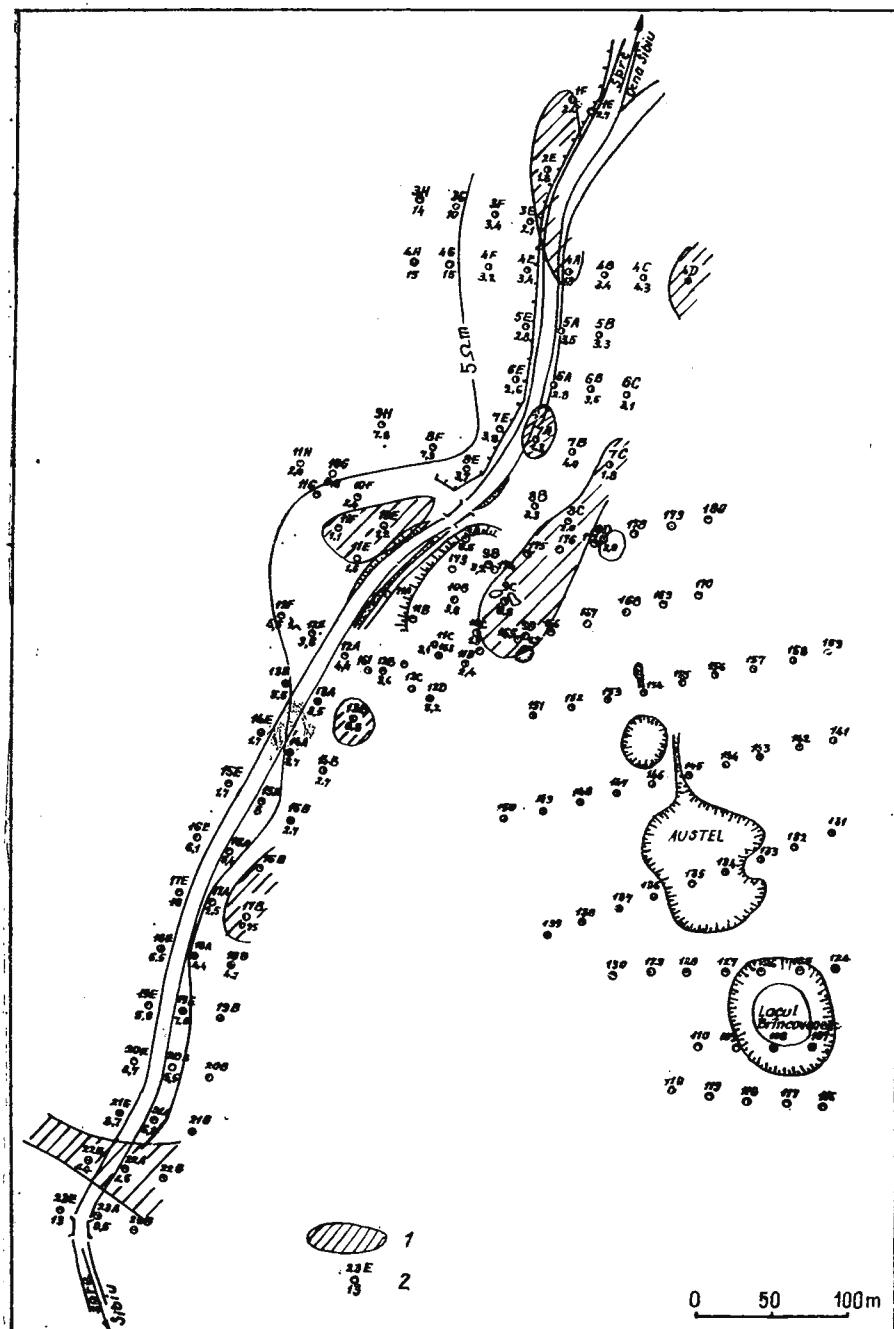


Fig. 3. — Harta valorilor minime ale rezistivității aparente:  
1, zone cu rezistivitatea minimă sub  $2 \Omega \text{ m}$ ; 2, stații de sondaj electric vertical  
și valoarea rezistivității aparente minime.

Carte des valeurs minimums de la résistivité apparente :  
1, zones dont la résistivité minimum est inférieure à  $2 \Omega \text{ m}$ ; 2, points de mesure  
de sondage électrique vertical et la valeur de la résistivité apparente minimum.

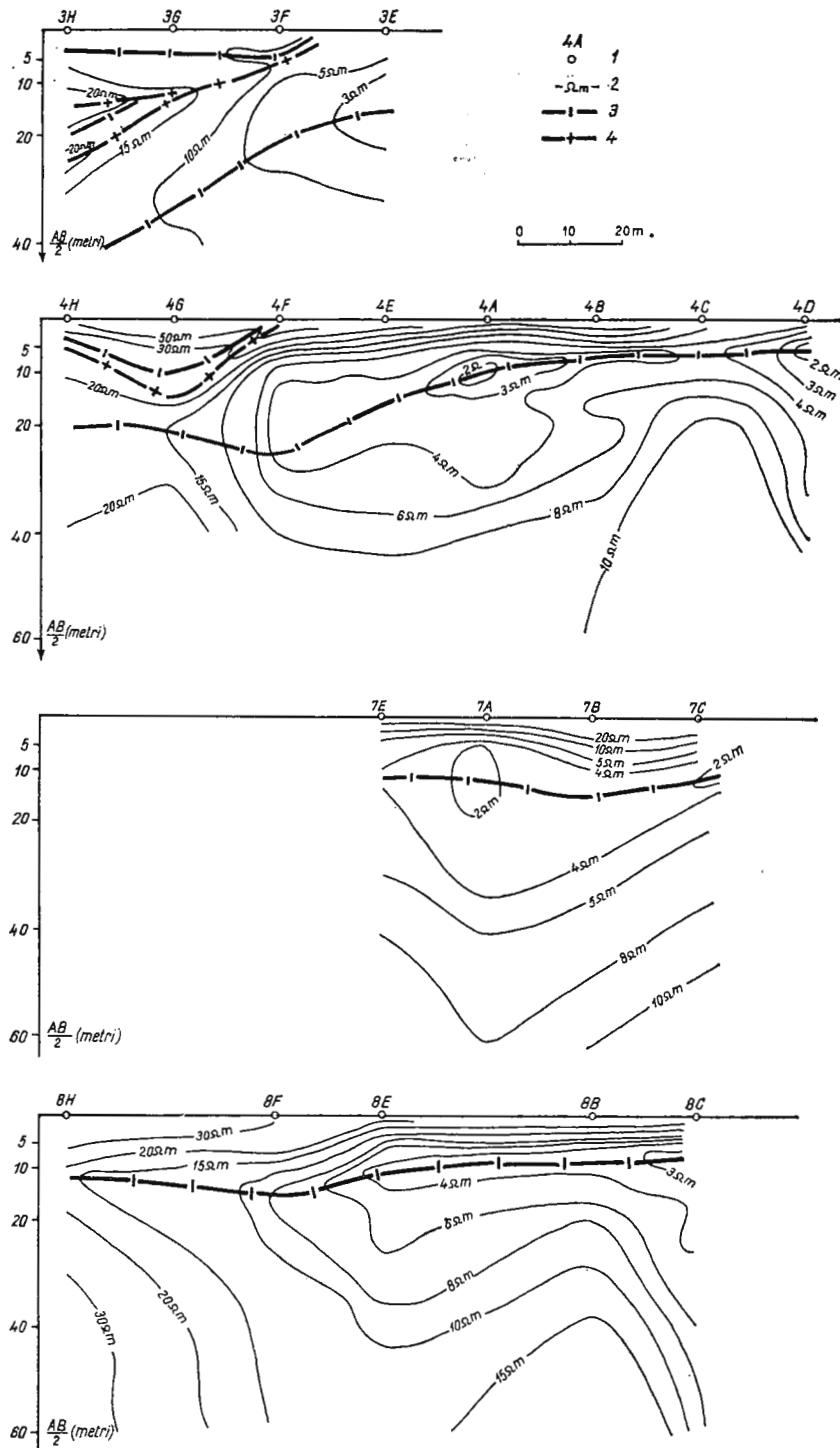


Fig. 4. — Secțiuni geoelectricice :  
 1, stație de sondaj electric vertical ; 2, linii izoohmee ; 3, minim de rezistivitate aparentă ;  
 4, maxim de rezistivitate aparentă.  
 Coupes géoélectriques :

1, sondages électriques verticaux; 2, lignes izoohmées; 3, minimum de résistivité apparente;  
 4, maximum de résistivité apparente.



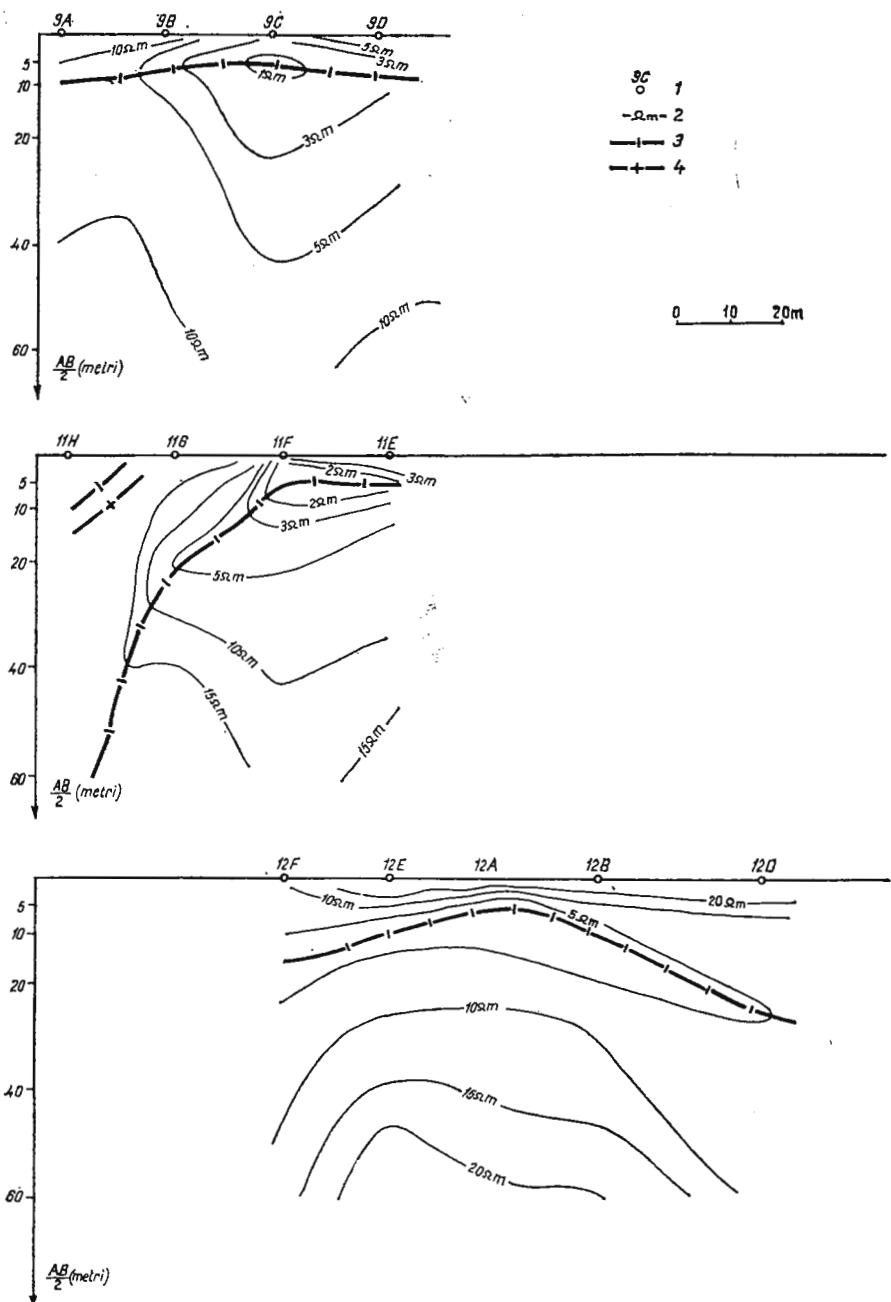


Fig. 5. — Secțiuni geoelectrice :  
1, stație de sondaj electric vertical ; 2, linii izoohmne ; 3, minim de rezistivitate aparentă ;  
4, maxim de rezistivitate aparentă.

Coupes géoélectriques :

1, sondages électriques verticaux ; 2, lignes izohmes ; 3, minimum de résistivité apparente ;  
4, maximum de résistivité apparente.

punctul nostru de vedere, ele punind în evidență atât existența unor formațiuni nisipoase sau prăfoase care pot da naștere, în viitor, în aceste zone unor goluri subterane prin procesul de sufozie mecanică sau chimică, cît și existența în subsol în apropierea lor a unor rezervoare de acumulare sau canale de scurgere a apei astfel infiltrate.

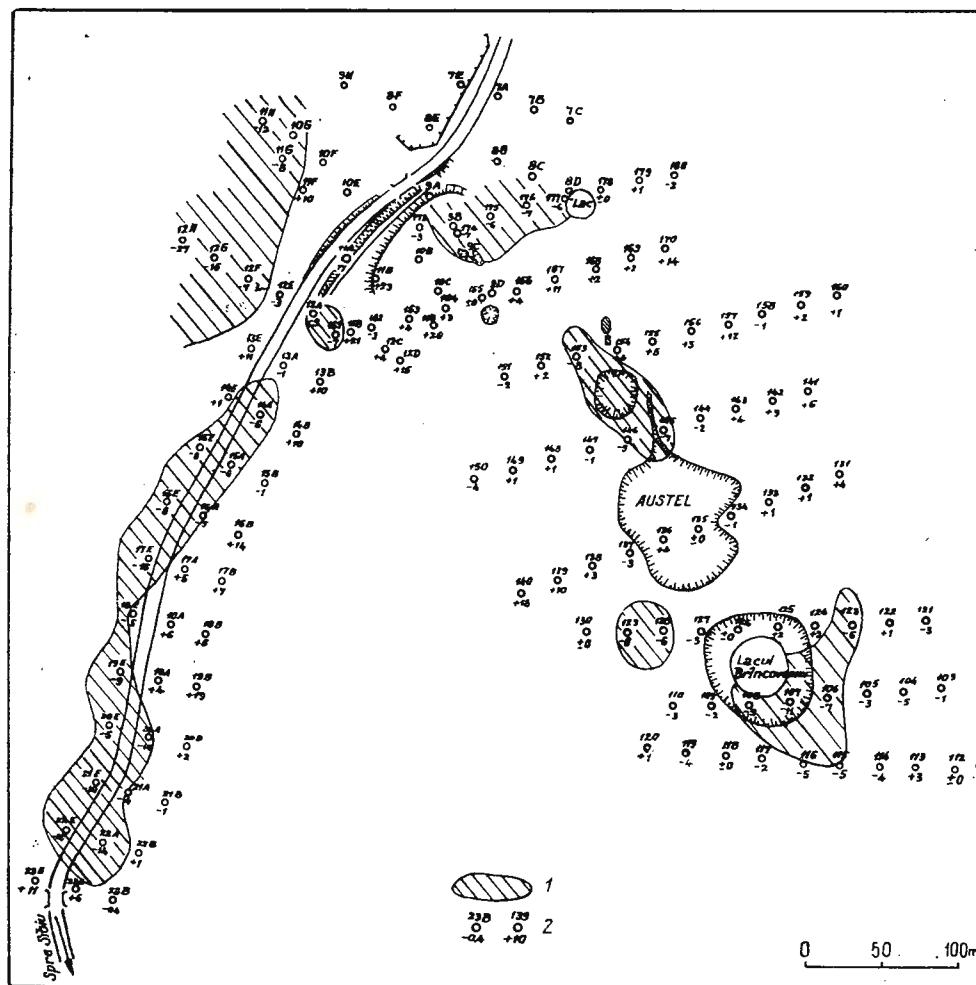


Fig. 6. — Harta valorilor PN :

1, anomalii de minim de potențial natural ; 2, puncte de măsură a potențialului natural și valoarea potențialului natural (mV).

Carte des valeurs du potentiel naturel :

1, anomalies de minimum du potentiel naturel ; 2, points de mesure du potentiel naturel et la valeur du potentiel naturel (mV).

Aceste zone permeabile (care se manifestă ca anomalii relativ mai negative de potențial natural, din motivele arătate în capitolul privitor la metodica lucrărilor) se află situate de obicei în imediata apropiere a zonelor cu valori de minim de rezistivitate mai mici de 2 Ωm, puse în evidență prin sondajele electrice verticale. Ele reprezintă în acest caz căile de alimentare cu apă de la suprafață a cavernelor cărora presupunem că le corespund minimele sub 2 Ωm. Presupunem că acest aport de apă dulce superficială îndulcește apa sărată acumulată aici și face să fie dizolvate noi cantități de sare din pereti, mărind cavitarea existentă și totodată pericolul prăbușirii tavanului ei.

Astfel de zone relativ negative (cu valori mai mici de -- 5 mV) se remarcă în zona stațiilor 8D-8C-9B-9C, suprapusă peste o zonă de minim de rezistivitate aparentă, în zona stațiilor 12A și 161 — lîngă o altă anomalie de rezistivitate (pe stația 13B), de-a lungul șoselei între profilele 14 și 23 (la piciorul pantei zonei colinare formate de depozitele sarmato-pliocene de la W de șosea ; aceste depozite sunt probabil impermeabile și apă se scurge pe suprafața lor, infiltrîndu-se la piciorul pantei, în zona șoselei, pe contactul dintre sare și sedimentarul acoperitor sau prin capete de strat). O altă zonă cu valori minime de polarizație naturală se află în partea vestică a profilelor 12 și 13 și se datoră probabil tot infiltrării apelor meteorice.

În zona cuprinsă între șosea și lacul Brîncoveanu zone electro-negative apar pe stațiile 106—108, 116—117 și 123 în malul sud-estic al lacului Brîncoveanu (indicînd viitoarea dezvoltare în acest sens a lacului, facilitată probabil și de existența aici a unei zone de fisurare mai puternică a sării, care permîtînd apelor superficiale infiltrarea în adîncime poate provoca în același timp și largirea acestor căi de acces) pe stațiile 128—129 (unde la suprafață nu se poate remarcă nimic deosebit prin cercetarea vizuală) și pe stațiile 145, 146 și 153 în jurul avenului din apropierea fostei mine Sf. Ignățiu.

#### CONCLUZII

Utilizarea electrometriei în probleme de geotehnică s-a dovedit utilă și în cazul șoselei Sibiu-Ocna Sibiului, unde electrometria a avut ca sarcină evidențierea unor posibile goluri subterane generate de dizolvarea sării din substrat și de procese de sufozie în formațiunile nisipoase-prăfoase din cuvertura sării.



Deși relieful neregulat caracteristic zonei dolinare a masivului de sare și variațiile laterale litologice și implicit rezistivimetrice au complicat problema, ea a putut primi un răspuns calitativ satisfăcător.

Pornind de la considerația că eventualele caverne pline cu apă sărată existente la suprafața sării trebuie să se manifeste din punct de vedere electric ca zone conduceătoare, ținând seama și de contrastul net de rezistivitate electrică între sare (electroizolantă) și rocile acoperitoare (relativ mai conductoare), diagramele SEV, secțiunile geoelectricre și harta valorilor minime ale rezistivității aparente dău imaginea reliefului sării și indică zonele în care este probabilă existența unor caverne în subsol (unele confirmate chiar de fenomene incipiente de prăbușire vizibile la suprafață). Aceste zone, periculoase pentru șoseaua în cauză, apar cel mai evident în harta valorilor minime ale rezistivității aparente.

Informații suplimentare a adus metoda potențialului natural, care a indicat zonele de infiltratie a apelor meteorice de la suprafață, zone care pot deveni și ele periculoase datorită apariției fenomenului de sufozie mecanică sau chimică.

## BIBLIOGRAFIE

- Gorelik A. M., Saharov M. P. (1951) Primenenie elektrorazvedki pri inzenerno-geologicheskikh iziskaniyah na jeleznih dorogah. Transjeldorizzat, Moskva.
- Ilie M. (1953) Cercetări geologice în bazinul Transilvaniei (regiunea Aiud-Teiuș-Alba Iulia-Ocna Sibiului). D. S. Inst. Geol. Rom., XXXVII, București.
- Stoenescu Sc. (1955) Structura geologică în SW cuvetei Transilvaniei. D. S. Ccm. Geol., XXXIX, București.
- (1958) Podișul Transilvaniei. Ed. Științifică, București.
- Maxim L. (1931) Contribuții la explicarea fenomenului de încălzire a apelor lacurilor sărate din Transilvania. II — Lacurile de la Ocna Sibiului. Rev. Muz. Geol. Univ. Cluj, IV, 1, Cluj.
- Popescu M. (1962) Prospecțiuni seismice-reflexie în regiunea Blaj-Sibiu. D. S. Com. Geol., XLV, București.
- Stoenescu Sc. (1962) Prospecțiuni gravimetrice în SW Transilvaniei. Stud. tehn. econ., D, 4, București.



**ASPECTS HYDRO-GÉOTECHNIQUES  
DE LA ZONE DU MASSIF SALIFÈRE D'OCNA-SIBIU,  
RÉVÉLÉS PAR LES RECHERCHES ÉLECTROMÉTRIQUES**

(Résumé)

La recherche électrométrique contribue largement à résoudre certains problèmes de géologie de génie civile et d'hydrogéologie. Un cas concret est l'étude géoélectrique sollicitée par un Institut de Projections de Construction effectuée par l'auteur dans la zone du massif salifère d'Ocna Sibiu, afin de localiser les éventuels creux souterrains dissimulés formés à la suite de la dissolution du sel.

Le massif salifère, d'âge tortonien supérieur, affleure dans les rives de quelques lacs à eau salée, dans des anciens puits d'exploitation du sel. Ses flancs sont recouverts par des dépôts sarmatiens et pliocènes, alors que dans la zone des lacs à eau salée le massif salifère ne supporte que des dépôts „cap-rock“ épais de l'ordre des mètres et des dizaines de mètres. L'existence de quelques creux dans le sous-sol de cette zone est mise en évidence par la présence de quelques avens actifs, au fond desquels clapotent de petits cours d'eau souterraine.

Les recherches électrométriques effectuées par des sondages électriques type Schlumberger (AB maximum — 120 m) relèvent la présence de zones où la valeur minimum de la résistivité apparente est inférieure à 2  $\Omega$ m, la partie terminale de la courbe du sondage étant ascendante. Ces zones (fig. 3) ont été considérées comme des creux inondés d'eau salée. Certaines courbes de sondage indiquent une baisse continue de la résistivité avec la croissance de l'AB (au moins jusqu'à AB=120 m), mettant en évidence un graben de dimensions réduites orienté de l'E à l'W, situé dans la partie méridionale de la zone investiguée par des moyens électrométriques. Il n'est pourtant pas exclu que ce graben soit le lit majeur de quelque cours d'eau souterrain.

Les coupes des résistivités apparentes (fig. 4, 5) présentent l'évolution en sens horizontal des repères électrométriques de la succession des horizons lithologiques. Le plus net de ces repères est la limite d'entre le sel et son toit.

La carte des valeurs du potentiel naturel (fig. 6) met en évidence des zones de minimum que l'auteur rattache à la présence de certaines zones de circulation descendante des eaux météoriques. Étant donné que ces zones sont situées au voisinage de certaines zones avec la résistivité apparente minimum inférieure à 2  $\Omega$ m, l'auteur déduit l'existence d'une étroite liaison entre ces anomalies électrométriques et la présence de certaines zones actives de perte de l'équilibre des roches surmontant le massif salifère imputable à la dissolution du sel : les anomalies résistivimétriques indiquent la présence de certaines gouffres souterrains inondés d'eau salée, les anomalies du potentiel naturel indiquant un apport d'eau douce qui dilue l'eau salée provoquant la dissolution de nouvelles quantités de sel des parois.

Le voisinage de pareilles zones est considéré comme dangereux pour les constructions, à moins que l'on ne prenne des précautions de consolidation adéquates.



METODA RADIOMETRICĂ DE ANALIZĂ SELECTIVĂ PENTRU  
DETERMINAREA MICROCONCENTRAȚIILOR DE U, Ra, Th și K  
DIN ROCI<sup>1</sup>

DE

EMIL GOHN, ELISABETA BRĂTĂȘANU<sup>2</sup>

**Abstract**

Selective Analysis Radiometrical Method for Determining the U, Ra, Th and K Microconcentrations from Rocks. A method for the establishment optimum instrument parameters in order to determine the U, Ra, Th and K concentrations, by means of selective radiometrical measures on rock samples, is presented. The elaborated methodology allows to determine concentrations of the order of a clark with standard deviations less than 5 per cent for Ra, Th, K, and less than 20 per cent for U during a time interval of about an hour and approximately for 3 kg of samples.

**Introducere**

Analiza concentrațiilor mici de U, Ra, Th și K din roci și stabilirea raporturilor existente între aceste elemente ocupă un loc important în determinările geologice și geoșimice. În literatura de specialitate (Calcina, 1963 ; Saizer, 1963 ; Lauterbach, 1964), se citează o serie de aplicații importante ale acestui gen de analize, ca de pildă la :

studiu proceselor magmatice, pentru separarea varietăților de roci magmatice după tipul și vîrstă lor ;

prospectarea zăcămintelor de minereuri radioactive prin conturarea zonelor de dispersie a U, Ra și Th ;

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 29 ianuarie 1968 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.



prospectarea zăcămintelor de minereuri neradioactive a căror mineralizație este asociată cu o mineralizație slabă în raport cu U, Th sau K (zăcăminte de vanadiu, titan, molibden, fosforite, elemente și pământuri rare și.a.).

Identificarea liniilor de fractură majoră asociate cu bazalte juvénile și a faliilor din formațiuni sedimentare cu conținuturi mari de Ra;

cartări stratigrafice și de altă natură, utilizate în explorarea și exploatarea zăcămintelor tectonizate, studii paleogeografice, studii de transport sedimentar fosil și recent, studiul proceselor de fosiliizare și.a.

Întrucât metodele chimice și radiochimice utilizate în trecut pentru astfel de probleme au o productivitate mică, s-au întreprins, în ultimul deceniu, o serie de cercetări pentru dezvoltarea unor metode radiometrice selective prin care să se poată determina concentrații de U, Ra, Th și K de ordinul unui clark, din amestecuri, fără o separare chimică prealabilă: Saizer (1963); Lauterbach (1964); Johnson (1959); Adams (1958).

Lucrarea de față se înscrie pe linia acestor preocupări; au fost utilizate metode de măsurare și de prelucrare asemănătoare cu cele citate în literatura de specialitate. S-au determinat patru situații de analiză radiometrică selectivă, ce furnizează date pentru constituirea a patru ecuații distințe ale căror soluții reprezintă concentrațiile căutate. Alegerea celor patru situații de analiză reprezintă o problemă dificilă, deoarece la determinarea unor concentrații mici de radioelemente, fixarea parametrilor optimi de măsurare are o importanță deosebită. Sistemele calitative recomandate pînă în prezent nu pot fi utilizate pentru alegerea condițiilor optime. Lucrarea de față rezolvă problema alegерii celor patru situații de analiză, utilizînd o metodă cantitativă cu ajutorul căreia se pot determina, pentru orice tip de analiză radiometrică selectivă, parametri optimi de utilizare a unei aparaturi date, pentru o problemă dată.

### **Elaborarea metodei de analiză**

Pentru realizarea condițiilor de analiză radiometrică selectivă, s-a folosit o instalație de spectrometrie energetică gama, prevăzută cu un analizor de pulsuri cuplat la o sondă de scintilație cu eficacitate mare (cristal de INa (Tl) de 80/100 mm) dar cu rezoluție slabă (18% pentru radiația  $\gamma$  de 661 KeV a Cs-137). Probele de rocă, avînd greutăți de 2—3 kg, se măsoară în cutii astfel confectionate încît proba să înconjoare părțile libere ale scintilatorului cu un strat uniform de 3 cm grosime.



Pentru a clarifica posibilitățile acestei instalații, s-au măsurat spectrele energetice diferențiale ale radiației  $\gamma$  emise de fiecare din cele 4 componente de interes (U, Ra, Th și K), utilizîndu-se în acest scop modele etalon monocomponente.

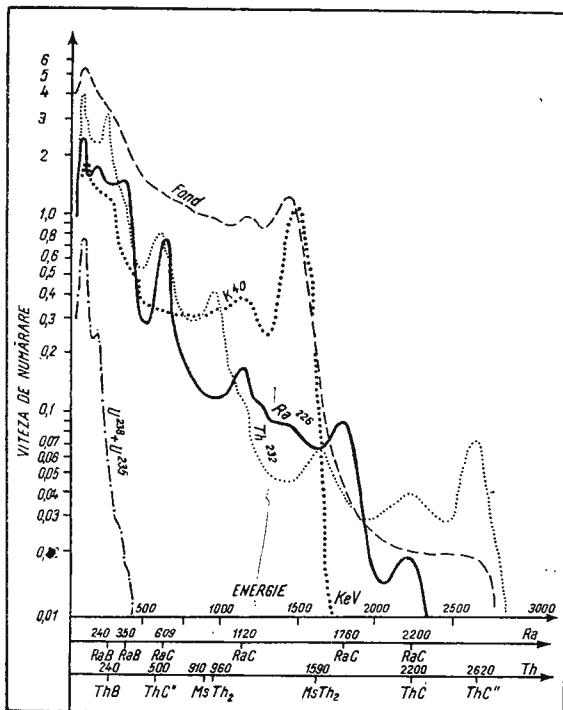


Fig. 1. — Spectrele diferențiale de amplitudine ale principalelor grupe de radioelemente naturale.

( $Q_U = Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_k = 1$  clark; lățimea canalului energetic 1 KeV).

Spectre différentiel d'amplitude des principaux groupes des radioéléments naturels.

( $Q_U = Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_k = 1$  clark; largeur du canal d'énergie 1 KeV).

Spectrele prezentate în figura 1 redau viteza de numărare, înregistrată pentru o lățime a canalului de energii de 1 KeV, de la modele în care radioelementul respectiv (în echilibru cu descendenții din seria sau grupa sa) se găsește în concentrația de 1 clark (pentru U,  $3 \cdot 10^{-4}$  %, pentru Ra,  $1 \cdot 10^{-10}$  %, pentru Th,  $7 \cdot 10^{-4}$  % și pentru K, 2,5%). Din interpretarea calitativă a acestor spectre, s-a constatat că instalația utilizată

nu permite determinarea grupei U în concentrații de ordinul unui clark, întrucât influența acesteia este foarte redusă în toate porțiunile spectrului de amplitudini înregistrat. În consecință numai trei, dintre cele patru situații de măsurare necesare, s-au putut crea măsurând cu spectrometrul radiația  $\gamma$  emisă de amestecul cuadricomponent, în trei intervale energetice diferite.

Condițiile de măsurare optime pentru Ra, Th și K au fost fixate în baza considerațiilor redate în cele ce urmează. Concentrația acestor trei componente  $Q_{Ra}$ ;  $Q_{Th}$ ;  $Q_K$  se deduce din soluțiile (2) ale sistemului de ecuații (1) :

$$\begin{aligned} v_1 &= b_1 Q_{Ra} + c_1 Q_{Th} + d_1 Q_K \\ v_2 &= b_2 Q_{Ra} + c_2 Q_{Th} + d_2 Q_K \\ v_3 &= b_3 Q_{Ra} + c_3 Q_{Th} + d_3 Q_K \\ Q_{Ra} &= \sum_{i=1}^3 e_i v_i \\ Q_{Th} &= \sum_{i=1}^3 f_i v_i \\ Q_K &= \sum_{i=1}^3 g_i v_i \end{aligned} \quad (1)$$

pe baza vitezelor de numărare  $v_1$ ;  $v_2$ ;  $v_3$ , înregistrate la măsurarea radiației emisă de probă în cele trei intervale energetice și a unor parametri constanți  $b_i$ ;  $c_i$ ;  $d_i$ , determinați prin măsurarea modelelor monocomponente în aceleși intervale de energie.

Presupunând fondul  $(v_1^0; v_2^0; v_3^0)$  și parametri  $(b_i; c_i; d_i)$  determinați cu erori neglijabile, abaterile statistice standard care intervin la măsurarea radioelementelor respective în timpii  $t_1$ ;  $t_2$ ;  $t_3$  se pot scrie sub forma :

$$\begin{aligned} \sigma_{Ra}^2 &= \sum_{i=1}^3 \frac{e_i}{t_i} (v_i - v_i^0)^2 \\ \sigma_{Th}^2 &= \sum_{i=1}^3 \frac{f_i}{t_i} (v_i - v_i^0)^2 \\ \sigma_K^2 &= \sum_{i=1}^3 \frac{g_i}{t_i} (v_i - v_i^0)^2 \end{aligned} \quad (3)$$

Măsurând simultan, în cele trei intervale energetice, cu un analizor multicanal, se impune egalitatea  $t_1 = t_2 = t_3 = t$ . Din curbele de răspuns (fig. 1) se poate observa că, în orice combinație prielnică de intervale energetice, ecuația scrisă pentru Ra va fi mai dezavantajoasă decât celelalte două [ $b_1/(c_1 + d_1) < c_2/(b_2 + d_2); d_3/(b_3 + c_3)$ ]. Întrucât pentru ecuația Ra, nu se pot obține nici viteză de numărare  $v_i$  suficient de mari

pentru a compensa dezavantajul menționat — la măsurarea unei probe standard ( $Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1$  clark) în timpul  $t$  — pentru abaterile statistice, exprimate tot în unități clark, va fi valabilă inegalitatea  $\sigma_{Ra} > \sigma_{Th}; \sigma_K$ . În consecință a fost suficient să se calculeze timpul de măsurare  $t$  din relația :

$$t = \frac{1}{\sigma_{Ra}^2} \sum_{i=1}^3 e_i^2 (v_i + v_i^0). \quad (4)$$

În tabelul 1 se prezintă timpii de măsură, necesari pentru determinarea concentrației de Ra la măsurarea unei probe standard cu abateri statistice antefixate (de 0,03 și 0,05 clark), pentru o serie de combinații de intervale energetice citate în literatura de specialitate. Rezultatele diferite, obținute pentru combinații de intervale de energie ce par echivalente la investigarea calitativă a curbei de răspuns a aparatului (fig. 1), justifică eforturile pentru aplicarea unui criteriu cantitativ în elaborarea metodelor de analiză radiometrică selectivă.

Din considerante legate de caracteristicile analizorului de pulsuri utilizat, s-a ales pentru măsurare o combinație de intervale de energie asemănătoare celei notate cu numărul 3 în tabelul 1:

TABELUL 1

*Timpii de măsurare ai unei probe cu  $Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1$  clark în diferite combinații de intervale de energie.*

Nr. crt.	Intervale de energie (KeV)			Timp de măsurare (min.)	
	Canale			$\sigma_{Ra} = \pm 3 \cdot 10^{-12} \%$	$\sigma_{Ra} = \pm 5 \cdot 10^{-12} \%$
	1	2	3	$= \pm 0,03$ clark	$= \pm 0,05$ clark
1	300—400	200—270	1350—1550	139	50
2	300—400	200—270	1000	139	50
3	1630—1900	1950—2750	1350—1550	168	60
4	130—420	130—300	1350—1550	1056	380
5	300—400	430—580	1350—1550	243	88
6	300—400	1950—2750	1350—1550	983	354
7	130—420	1950—2750	1350—1550	200	72
8	1630—1900	130—300	1350—1550	295	106
9	1630—1900	200—270	1350—1550	279	101
10	300	1900	1000	284	102

Deoarece instalația de spectrometrie gama utilizată nu permite decât determinarea concentrațiilor de Ra, Th și K, pentru determinarea U a trebuit să fie utilizată radiația  $\beta + \gamma$ , emisă de proba cuadricomponentă. Această radiație este înregistrată cu un numărător de pulsuri cuplat cu un grup de trei contori Geiger-Müller ( $\Phi = 25$  mm,  $l = 200$  mm) cu pereți subțiri. Proba în strat saturat  $\beta$  înconjoară con-

torii. Pentru reducerea intensității radiației  $\gamma$  tot ansamblul este ecranat spre exterior cu 5 cm Pb, iar contorii sunt ecranați între ei cu pereți de 2,5 cm Pb. Cu această metodă de măsurare se înregistrează radiații  $\beta$  și  $\gamma$  emise de toate componentele radioactive ale probei.

**Avem :**  $v_4 = a_4 Q_v + b_4 Q_{Ra} + c_4 Q_{Th} + d_4 Q_K \quad (5)$

iar situația optimă corespunde unei anumite grosimi a peretelui contorilor. Aplicând un procedeu analog cu cel utilizat la fixarea intervalelor de energie gama, s-a stabilit că, pentru cazul studiat, această grosime este de  $180 \text{ mg/cm}^2$  (fig. 2).

Instalația utilizată permite în consecință măsurarea concentrației de U din probe, după determinarea prealabilă a concentrațiilor de Ra, Th și K. O probă standard ( $Q_v = Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1 \text{ clark}$ ) se poate măsura cu trei tuburi GM într-un timp de 90 min cu  $\sigma_v = 0,2 \text{ clark}$ .

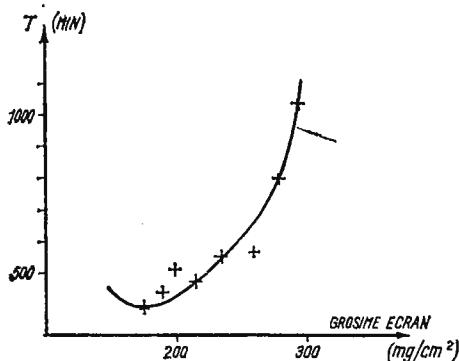


Fig. 2. — Variația timpului de măsurare în funcție de grosimea ecranului, la măsurare în strat saturat beta, cu un tub VAZ-112, pentru  $Q_v = Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1 \text{ clark}$  și  $\sigma_v = \pm 0,2 \text{ clark}$ ;  $\sigma_{Ra} = \pm 0,05 \text{ clark}$ ;  $\sigma_{Th} = \pm 0,036 \text{ clark}$ ;  $\sigma_K = \pm 0,02 \text{ clark}$ .

Variation du temps de mesure en fonction de l'épaisseur de l'écran, pour une analyse en couche saturée bêta, avec un compteur VAZ-112, pour  $Q_v = Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1 \text{ clark}$ ; et  $\sigma_v = \pm 0,2 \text{ clark}$ ;  $\sigma_{Ra} = \pm 0,05 \text{ clark}$ ;  $\sigma_{Th} = \pm 0,036 \text{ clark}$ ;  $\sigma_K = \pm 0,02 \text{ clark}$ .

### Verificarea metodei de analiză

Metoda s-a verificat executînd măsurători repetate pe probe cu concentrații de radioelemente de ordinul unui clark și comparînd reproducibilitatea înregistrată cu cea antecalculată cu ajutorul relațiilor (3).

Această operație s-a executat, în cazul determinării concentrațiilor de Ra, Th și K, pentru un model radioactiv etalon tricomponent și în cazul determinării concentrațiilor de U, pentru două probe de sol. Rezultatele prezentate în tabelele 2 și 3 dovedesc că abaterile înregistrate se apropie

TABELUL 2

*Verificarea reproductibilității la măsurarea Ra, Th, K dintr-un model etalon radioactiv tricomponent*

Nr.crt.	$Q_{Ra}$ (clark)	$Q_{Th}$ (clark)	$Q_K$ (clark)	σ și abaterea de la medie (clark)		
				Ra	Th	K
				σ		
	1,00	1,00	1,00	±0,065	±0,045	±0,022
Valori măsurate				Abaterea de la medie		
1	1,29	0,95	1,25	-0,07	-0,02	-0,07
2	1,26	0,96	1,23	-0,10	-0,01	+0,03
3	1,33	0,94	1,19	-0,03	-0,03	-0,01
4	1,33	0,94	1,21	-0,03	-0,03	+0,01
5	1,48	1,00	1,20	+0,12	+0,03	0,00
6	1,45	0,98	1,22	+0,09	+0,01	+0,02
7	1,37	1,00	1,13	+0,03	+0,03	-0,07
8	1,39	0,99	1,13	+0,03	+0,02	-0,07
Media	1,36	0,97	1,20	0,067	0,023	0,035

TABELUL 3

*Verificarea reproductibilității măsurării U din două probe de sol*

Proba	Conținut U		Abaterea de la media valorilor		$\sigma_U$ Preconizat	
	%	(clark)	%	(clark)	%	(clark)
1	$2,63 \cdot 10^{-4}$	0,875	$+0,08 \cdot 10^{-4}$	+0,025	$\pm 0,09 \cdot 10^{-4}$	$\pm 0,03$
	$2,63 \cdot 10^{-4}$	0,875	$+0,08 \cdot 10^{-4}$	+0,025		
	$2,33 \cdot 10^{-4}$	0,775	$-0,22 \cdot 10^{-4}$	-0,075		
	$2,63 \cdot 10^{-4}$	0,875	$+0,08 \cdot 10^{-4}$	+0,025		
2	$0,62 \cdot 10^{-4}$	0,208	$-0,3 \cdot 10^{-4}$	-0,098	$\pm 0,18 \cdot 10^{-4}$	$\pm 0,06$
	$1,16 \cdot 10^{-4}$	0,388	$+0,24 \cdot 10^{-4}$	+0,082		
	$1,15 \cdot 10^{-4}$	0,382	$+0,23 \cdot 10^{-4}$	+0,075		
	$0,74 \cdot 10^{-4}$	0,248	$-0,18 \cdot 10^{-4}$	-0,058		



de cele antecalculate. Abaterile sistematice mari în raport cu valorile absolute preconizate în tabelul 2, se datorează modului imperfect de confecționare a modelului radioactiv tricomponent, în care, concentrațiile mici de Ra și Th nu au putut fi dozate cu precizie. Verificarea metodei în funcție de rezultatele altor analize s-a efectuat numai pentru concentrația în K, determinată pentru 15 probe de sol (tabel 4).

T A B E L U L 4

*Comparație între concentrații de K măsurate  $\gamma$ -spectrometric și flam-fotometric*

Nr. crt.	K % $\gamma$ -Spectrometric	K % Flam-fotometric
1	0,74	0,78
2	0,57	0,62
3	0,58	0,58
4	0,69	0,70
5	1,27	1,07
6	0,66	0,80
7	0,82	0,75
8	0,78	0,85
9	1,58	1,71
10	1,46	1,71
11	1,86	1,85
12	1,84	1,87
13	1,73	1,75
14	1,71	1,70
15	1,64	1,56

## BIBLIOGRAFIE

- Adams J. A. (1958) Détermination of thorium and uranium in sedimentary rocks by two independent methods. *Geochim. cosmochim. acta*, 13, 4, Londra.
- Calcina A. G. et al. (1963) Metodiceskie ukazania po primeneniu radiometricheskikh metodov dlia poiskov v razvedki rud neradioaktivnykh elementov i gheologhiskogo kartirovaniya. *Gostgheolotehizdat*, Moskva.
- Johelson S. V., Sitov E. V. (1959) Radiometricheskii analiz gornih porod po spektru gamma izlucenia. *Izv. Ak. Nauk. S.S.R.*, ser. gheofiz., 1, Moskva.
- Lauterbach R. (1964) Spektrometrie geringaktiver Gesteine zur petrogenetischen Untersuchung zur Lagerstättenforschung und zur raschen Grobbestimmung des Gesteinsalters. *Kernenergie*, 8, Berlin.
- Saizev E. I. et al. (1963) Nekotorie vosmojnosti primenienia iadernofizicheskikh metodov analiza pri geohimicheskikh poiskakh rudnykh mestorojdenii. *Buletin naucinotehniceskoi informației*, 3, 47, Moskva.

## MÉTHODE RADIOMÉTRIQUE D'ANALYSE SÉLECTIVE POUR DÉTERMINER LES MICROCONCENTRATIONS EN U, Ra, Th ET K DES ROCHES

### (Résumé)

L'ouvrage présente une méthode pour déterminer l'U, Ra, Th et K<sup>40</sup> des échantillons (2—3 kg de poussière) avec une teneur de l'ordre du clark.

On utilise un analyseur à 16 canaux, une sonde de scintillation avec cristal de INa de 8 × 10 cm, un écran en Pb épais de 10 cm et une installation de comptage avec des compteurs Geiger-Müller, écranés de manière correspondante.

L'analyse d'un échantillon moyen ( $Q_U = Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1$  clark) avec des écarts standard de  $\sigma_U = \pm 0,2$  clark,  $\sigma_{Ra} = \pm 0,05$  clark,  $\sigma_{Th} = \pm 0,03$  clark et  $\sigma_K = \pm 0,02$  clark exige un temps total de mesure de 90 minutes.

Les conditions de mesure ont été fixées à partir de la relation :

$$t = f(\sigma_i; v_i; Q_i)$$

Les spectres de : U, Ra, Th et K, déterminés avec des modèles monocomponents, on a extrait, pour un échantillon moyen, les vitesses de comptage ( $v_i$ ) et les paramètres ( $Q_i$ ) dans différentes conditions de mensuration sélective. En déterminant le temps de mesure pour les écarts standard antéfixés ( $\sigma_i$ ) on a pu comparer les situations de travail réalisables et déterminer les situations optima de mesurage. L'application de ce critérium pour le choix des situations convenables de mesurage, permet la réalisation des analyses dans des conditions optima de précision et de durée.

## TABLEAUX NUMÉRIQUES

Tableau 1

Temps de mesure d'un échantillon contenant  $Q_{Ra} = Q_{Th} = Q_K = 1$  clark dans différents intervalles d'énergie.

Tableau 2

Verification de la reproductibilité du mesurage du Ra, Th, K d'un modèle étalon.

Tableau 3

Verification de la reproductibilité du dosage de l'U de deux échantillons de sol

Tableau 4

Comparaisons entre le dosage du K au moyen de la spectrométrie -γ et de la flamme-photométrie.





Institutul Geologic al României

# RADIOACTIVITATEA NISIPURILOR LITORALE DIN ZONA SF. GHEORGHE-DELTA ÎN COMPARAȚIE CU REZULTATE MINERALOGICE ȘI CHIMICE<sup>1</sup>

DE

EMIL GOHN, ELISABETA BRĂTĂSANU<sup>2</sup>, CLARISA PAPACOSTEA<sup>3</sup>,  
MARIA NĂSTASE<sup>4</sup>

## Abstract

Radioactivity of Littoral Sands from the Sf. Gheorghe-Delta Zone in Comparison with Chemical and Mineralogical Results. This paper presents the results of the study related to the radioactivity of mineral fractions, and to the nature of correlations between the total gamma activity and the contents in Ti and Zr.

## Introducere

Concentrațiile de minerale grele din nisipurile litoralului Mării Negre au constituit în ultimul timp obiectul mai multor lucrări de sedimentologie<sup>5</sup>, explorare (la IGEX a C.S.G.) și al unor studii de explorare (Huber-Panu, 1967).

Rezultatele utile ale aplicării radiometriei pentru situații similare (Maxham, 1960) au determinat inițierea unor cercetări de radioactivitate naturală în această zonă. De la primele încercări s-a constatat că

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 15 ianuarie 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.

<sup>3</sup> Întreprinderea geologică de prospecții. Cal. Griviței nr. 64. București.

<sup>4</sup> Institutul Geologic. Șos. Kiseleff nr. 55. București.

<sup>5</sup> N. Panin, Ștefană Panin. Raport geologic. Prospecții sedimentologice pentru nisipurile din zona litorală a Deltei Dunării. 1965. Com. Stat Geol. Arh. I.G.P. București.



nisi purile cu minerale grele se disting prin contraste evidente de radioactivitate, putând fi prospectate radiometric. Prin compararea rezultatelor analizelor radiometrice, mineralogice și chimice pentru materiale din grindul Sărăturile s-au obținut informații privind cauzele anomaliei radiometrice, descoperindu-se totodată unele corelații interesante care pot constitui punctul de plecare pentru mai multe aplicații.

### Radioactivitatea fracțiunilor minerale

Analizînd radiometric și mineralogic, fracțiuni rezultate din separarea hidrogravifică și apoi electromagnetică a materialului primar, s-au obținut datele prezentate în tabelul 1.

Pentru monazit și zircon s-au obținut și informații privind conținuturile de U și Th<sup>6</sup>; rezultatele sunt asemănătoare cu cele citate de către alți autori, pentru roce granitice nedislocate (tabel 2).

TABELUL 1  
*Activitatea gama a cîtorva fracțiuni minerale*

Material	Activitatea gama $10^{-4}$ (% e. U)
Monazit	32.000
Zircon	< 750
Magnetit	< 20
Ilmenit	< 19
Granit	< 14

S-a încercat totodată o estimare orientativă a contribuției diferențelor minerale din fracțiunea grea la activitatea gama măsurată. Pentru aceasta s-au utilizat :

<sup>6</sup> Determinînd prin spectrometrie energetică gama conținuturile de Bi<sup>214</sup> (Ra C) pentru seria U și Th<sup>208</sup> (Th C') pentru seria Th și calculînd conținuturile de U și Th în supozitîa existenței echilibrului radioactiv. Datele trebuie considerate deci cu mai multe rezerve decît cele din granite nedislocate, stabilite de Hurley (1957) și Ahrens (1965), tot prin astfel de metode indirecte, deoarece în sedimentele litorale echilibrul radioactiv ar putea fi deranjat.



a) ponderile în greutăți calculate ca medii aritmetice ale limitelor indicate de Panin<sup>7</sup> cu excepția monazitului pentru care, s-a utilizat ponderea de 0,16% rezultată din prelucrarea diferitelor tipuri de analize executate.

b) activitățile gama ale mineralelor din fracțiunea grea care, s-au măsurat pentru componentele importante (tabel 1) și s-au dedus aproxi-

TABELUL 2

*Conținutul de U și Th pentru monazit și zircon din fracțiunea de minerale grele a nisipurilor de pe grindul Sărăturile, în comparație cu rezultatele obținute pentru roci granitice*

Mineral	Element	Nisipuri Sf. Gheorghe	Roci granitice					
			Hurley (1957)			Ahrens (1965)		
			mediu	max.	min.	mediu	max	min.
Monazit	U (p.p.m.)	2.250	—	3.000	1.000	—	—	—
	Th (p.p.m.)	62.000	50.000	75.000	26.000	—	—	—
Zircon	U (p.p.m.)	600	1.300	2.765	237	1.130	6.000	200
	Th (p.p.m.)	280	570	2.100	60	630	4.000	50
	Th/U	0,47	—	—	—	0,47	2,3	0,09

mativ pentru o parte din celelalte componente din date de literatură privind roce granitice (Hurley, 1957).

Rezultatele sunt prezentate în tabelul 3, unde se observă că activitatea gama calculată în sistemul menționat reprezintă cca 90% din

TABELUL 3

*Bilanțul orientativ al activității gama în fracțiunea de minerale grele din nisipurile litorale de la N de localitatea Sf. Gheorghe*

Mineral	Ponderea în greutăți	Contribuția în activitatea gama și asociatiei	
		$10^{-4}$ (% e. U)	%
Monazit	0,0016	51,0	52
Zircon	0,03	22,5	23
Granați	0,53	7,4	7,6
Ilmenit	0,35	3,1	3,2
Alte minerale	0,09	4,5	4,6
TOTAL calculat	1,00	88,5	90,4
măsurat	—	98	100

<sup>7</sup> Op. cit., pct. 5: „Tabel orientativ al asociatiei mineralogice a fracțiunii de minerale grele din nisipurile de la nord de localitatea Sf. Gheorghe“.



activitatea măsurată. Se poate presupune că diferența provine din contribuția mineralelor a căror activitate nu s-a putut măsura sau estima.

Fără a rezolva complet problema, acest rezultat permite să se aprețieze că anomaliiile radiometrice sunt legate în special de prezența monazitului și a zirconiului. Celelalte minerale grele, deși în cantități mult mai mari, au un rol secundar în apariția anomaliei radiometrice. Situații asemănătare s-au întîlnit și pentru zăcămintele de minerale grele conținute în nisipurile de pe coasta Atlanticului (M a x h a m, 1957).

### Radioactivitatea și conținutul de Ti și Zr

Nisipurile litorale de la N de localitatea Sf. Gheorghe prezintă interes economic în special în ce privește extracția de Ti și Zr (H u b e r - P a n u, 1957). În cursul lucrărilor citate mai înainte conținuturile în aceste elemente au fost urmărite prin numeroase analize chimice. În

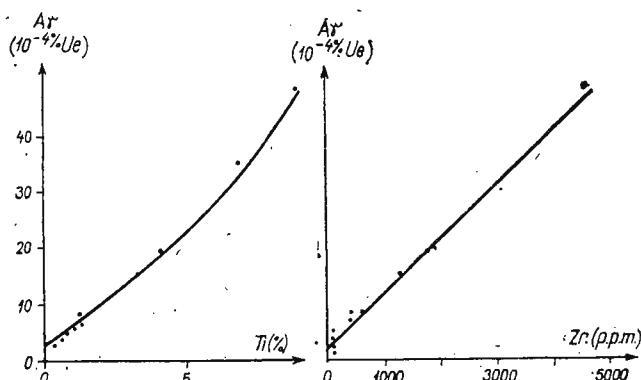


Fig. 1. — Activitatea gama în funcție de concentrațiile de Ti și Zr pentru 13 probe de nisipuri din zona de la nord de Sf. Gheorghe.

Activité gamma en fonction des concentrations en Ti et Zr de 13 échantillons de sables prélevés de la zone située au N de Sf. Gheorghe

Încercările de a corela rezultatele unor asemenea analize chimice cu cele ale analizelor radiometrice, s-au întâmpinat greutăți datorită preciziei reduse a analizelor chimice. S-a putut dovedi totuși<sup>8</sup>, pentru nisipurile din sectorul studiat, existența unei corelații (apropiată de cea liniară) între activitatea gama globală și conținutul de Ti și Zr (fig. 1).

<sup>8</sup> Prin rezultatele obținute pentru 13 probe, analizate la Institutul geologic (fig. 1) și utilizând numeroase analize chimice de la I.G.P. a C.S.G.

Corelația cu conținutul de Ti s-a studiat și pentru probele medii<sup>9</sup> din 25 panouri de explorare cu suprafețe  $\geq 0,25 \text{ km}^2$ . Rezultatul este prezentat în figura 2. Împrăștirea mai mare a punctelor trebuie pusă probabil pe seama calității analizelor chimice.

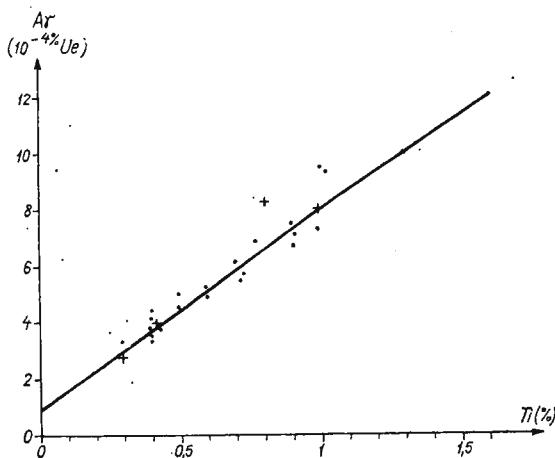


Fig. 2. — Activitatea gama în funcție de concentrațiile de Ti a probelor de nisip:

- Probe medii pentru panourile de exploatare.
- + Probe individuale.

Activité gamma en fonction des concentrations en Ti des échantillons de sable.

- Échantillons moyens pour les panneaux d'exploration.
- + Échantillons individuels.

### Concluzii

Rezultatele discutate în această lucrare sugerează posibilitatea aplicării măsurătorilor de radioactivitate naturală la rezolvarea mai multor probleme legate de concentrațiile de minerale grele din nisipurile litorale.

Dintre acestea, cîteva pot avea implicații economice directe, astfel:

a) cartările radiometrice se vor putea utiliza pentru descoperirea și conturarea acumulărilor superficiale de minerale grele, atât pe uscat cât și în bălți sau în mare.

b) utilizarea analizelor radiometrice sau a unor metode adecvate de carotaj radiometric în estimarea rezervelor de Ti ar putea reduce

<sup>9</sup> Aceste probe au rezultat din lucrarea de explorare efectuată în această regiune în 1966 de către Institutul geologic și Întreprinderea geologică de explorări ale Comitetului de stat al geologiei.

prețul lucrărilor de explorare, facilitând totodată efectuarea unor astfel de lucrări sub nivelul hidrostatic.

În eventualitatea unei explorări este probabil ca utilizarea măsurătorilor radiometrice, să simplifice controlul unora dintre procesele de preparare a minereurilor.

Autorii mulțumesc pe această cale pentru concursul acordat, tovarășilor : ing. C. Mușeteanu și ing. I. Iosof de la Institutul Geologic, ing. Letitia Predica și ing. C. Niculescu de la Întreprinderea geologică de explorări, precum și tovarășului geolog N. Panin de la Institutul Geologic.

#### BIBLIOGRAFIE

- Ahrens L. H. (1965) Some observations on the uranium and thorium distributions in accessory zircon from granitic rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, 29, 6, Pergamon Press.
- Huber-Panu I., Georgescu B., Năstase Maria, Mușeteanu C. (1969). Cercetări privind stabilirea posibilităților de valorificare a aluviuilor marine cu titan și zircon din zona grindului Sărăturile. *D. S. Inst. Geol.*, XIV, 3, București.
- Hurley P. M., Fairbairn H. W. (1957). Abundance and distribution of Uranium and Thorium in Zircon, Sphene, Apatite, Epidote and Monazite in Granitic Rocks. *Trans. Am. Geophys. Union.*, 38, 6, S.U.A.
- Maxham R. M. (1960). Aireborne radioactive surveys in geologic exploration. *Geophysics*, 26, Tulsa, Oklahoma.
- \* \* \* (1963). Metodiceskie ukazania po primenenii radiometriceskie metodov dlia poiskov i razvedki rud neradioaktivnykh elementov i gheologicheskogo kartirovania. 1, Gosgheolotehizdat, Moskva.

#### RADIOACTIVITÉ DES SABLES LITTORAUX DE LA ZONE DE SF. GHEORGHE-DELTA EN COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS MINÉRALOGIQUES ET CHIMIQUES

(Résumé)

Les concentrations en minéraux lourds des sables littoraux situés au N de la localité de Sf. Gheorghe-Delta se caractérisent par des maximums de radioactivité naturelle, provoqués tout spécialement par la pré-



sence du monzonite et du zircon. On constate l'existence de certaines corrélations indirectes entre l'activité  $\gamma$  des échantillons de sable et leur teneur en Ti et Zr. On y discute les possibilités d'utiliser la radioactivité pour la prospection et l'exploration des concentrations en minéraux lourds.

---

### TABLEAUX NUMÉRIQUES

#### Tableau 1

Activité gamma de quelques fractions minérales.

#### Tableau 2

Teneur en U et Th du monazite et du zircon de la fraction des minéraux lourds des sables examinés, en comparaison avec les résultats obtenus pour les roches granitiques.

#### Tableau 3

Bilan orientatif de l'activité gamma dans la fraction des minéraux lourds des sables examinés.

---





Institutul Geologic al României

# RADIOMETRU NUMĂRĂTOR PORTABIL<sup>1</sup>

DE

ION ISVOREANU<sup>2</sup>

## Abstract

Portable Scaler Radiometer. The apparatus described in this paper is foreseen for radiometrical prospectings, and it displays the time necessary for the accumulation of a pre-established number of pulses provided by the inner radiation detector. The relative standard deviation at unique measurement is smaller than 1.5%. The radiometer is also able to function with an outer radiation detector.

## Introducere

Acest radiometru a fost conceput pentru detectarea și urmărirea cîmpurilor de radiații  $\gamma$ , ale unor formațiuni geologice de interes. El permite obținerea unor rezultate de calitate mai bună decît radiometrele comerciale (intensimetrele), deoarece reproductibilitatea măsurătorilor se încadrează efectiv în speranța matematică determinată de statistica dez-integratorilor radioactive. Din acest motiv, radiometrul numărător portabil este de preferat în toate aplicațiile care urmăresc obținerea unor imagini comparabile și corelabile ale repartiției spațiale a intensității cîmpului  $\gamma$ <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 25 februarie 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.

<sup>3</sup> Rezultatele uneia din lucrările de prospecție radiometrică în care s-a utilizat acest aparat, sunt descrise în lucrarea „Notă asupra unei anomalii radiometrice în zona acvatorială din fața grindului Sărăturile“, din prezentul volum.



### Principiul de funcționare

Pulsurile date de detectorul de radiații D (realizat cu contoare GM și alimentat de la convertorul de înaltă tensiune C.I.T.) sunt formate în amplificatorul de intrare  $A_1$  și numărate într-un numărător binar realizat din  $n$  celule bistabile  $B_1 \dots B_n$  (fig. 1). Timpul  $t$ , în care detectorul produce numărul de pulsuri prestabilit  $N$ , este afișat pe un cronometru C, declanșat electric de primul puls și opriț de ultimul; comanda cronometrului se face de la ultima celulă  $B_n$ , prin amplificatorul  $A_2$ . Rezultă viteza de numărire  $R = N/t$ , mărime proporțională cu intensitatea cîmpului de radiații și afectată de abaterea standard relativă  $\epsilon_R = 1/\sqrt{N}$ . După cum se vede, în acest sistem de măsurare,  $\epsilon_R$  este independent de  $R$ . Abaterea se poate micșora după necesități, prin repetarea măsurătorii în aceeași stație și medierea citirilor.

### Condiții de proiectare

Radiometrul descris a fost proiectat pentru a măsura cu o abatere relativă mai mică decît  $1,5\%$ , intensități care nu depășesc  $12 I_0$  ( $I_0$  — intensitatea fondului de radiații  $\gamma$ ).

S-a considerat că 14 celule binare ( $N = 8192$  impulsuri,  $\epsilon_R = 1,1\%$ ) asigură îndeplinirea acestei condiții.

Detectorul de radiații, format din 16 contoare GM, de sensibilitate ridicată (tip G 64 W — fabricație I.F.A.), asigură o viteză de numărire  $R_0 = 8000$  p/min., la măsurarea intensității fondului de radiații  $\gamma$  ( $I_0$ ).

Timpul de măsurare variază deci, de la 1 min, pentru  $I_0$ , la 5 s, pentru  $12 I_0$ . Abaterea globală a măsurătorii unice nu depășește  $1,5\%$  nici în cazul intensității ridicate, deoarece timpul de măsurare (5 s) rămîne și în acest caz mult mai mare decît eroarea de citire a cronometrului (0,05 s).

### Schemele de principiu ale subansamblelor componente

#### *Detectorul și convertorul de înaltă tensiune*

Tensiunea de alimentare a contoarelor GM este de 950 V și se obține din C.I.T. Pentru o mai mare stabilitate a măsurătorilor, această tensiune a fost stabilizată în limitele  $\pm 1\%$  la variația tensiunii bateriei de  $\pm 30\%$ .

Contoarele detectorului D (fig. 1) sunt alimentate prin cîte un grup R C, care le separă unul de celălalt, asigurînd totodată și un front mai bun impulsului negativ aplicat amplificatorului de intrare  $A_1$ .



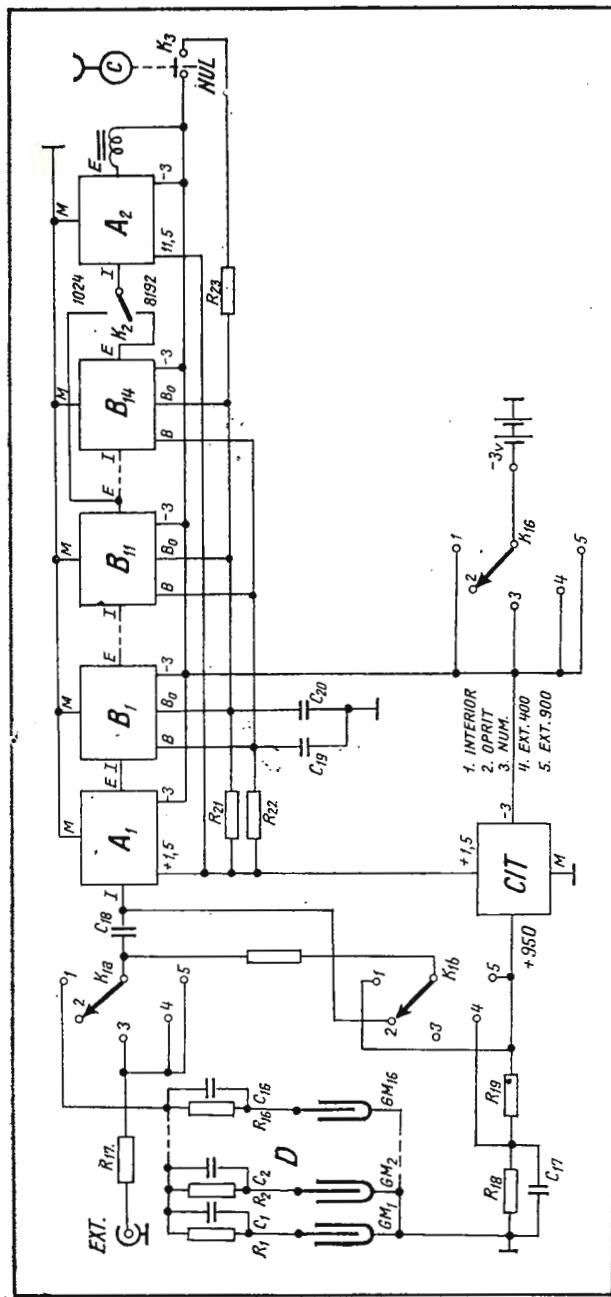


Fig. 1. — Schema bloc a radiometrului număratör portabil:  
 D — detectoar de radiații ; A<sub>1</sub> — amplificatorul de intrare ; B<sub>1</sub> ... B<sub>14</sub> — celule  
 bistabile ; A<sub>2</sub> — amplificatorul de ieșire ; C — cronometru comandat electric ;  
 CIT — convertorul de înaltă tensiune.  
 Schéma bloc du radiomètre complet portable :  
 D — détecteur de radiations ; A<sub>1</sub> — amplificateur d'entrée ; B<sub>1</sub> ... B<sub>14</sub> — cellules  
 bistables ; A<sub>2</sub> — amplificateur de sortie ; C — chronomètre à commande électrique ;  
 CIT — convertisseur de haute tension.

C.I.T. în afara de înalța tensiune, generează și o tensiune de  $+1,5$  v necesară circuitelor numărătorului (fig. 2). El este de tipul cu bobină de soc de acumulare, iar stabilizarea se realizează reglindu-se automat amplitudinea oscilațiilor, produse de  $T_1$  pe bobina de soc  $T_r$ , prin transistorul  $T_2$  și circuitul din baza acestuia.

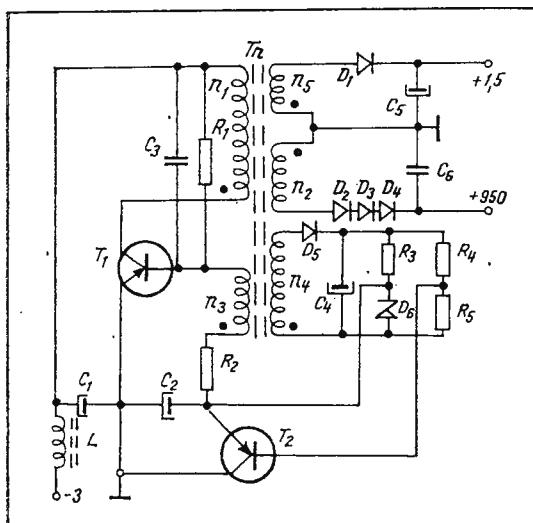
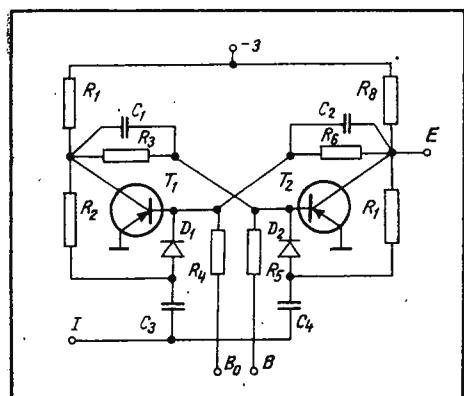


Fig. 2. — Schema de principiu a convertorului de înaltă tensiune.  
Schéma de principe du convertisseur de haute tension.

### Celulele bistabile

Acestea sînt realizate după scheme identice (fig. 3). Ele pot fi comandate numai cu impulsuri pozitive, fiecare impuls producînd bascularea circuitului în cealaltă stare stabilă.

Fig. 3. — Schema de principiu a unei celule binare.  
Schéma de principe d'une cellule binaire.



Aducerea la zero a celulelor se face prin aplicarea unei tensiuni negative pe bazele tranzistorilor  $T_1$  (acționarea presbutonului NUL, fig. 1), ceea ce face ca toți să fie în stare de conduction (saturații) și toți tranzistorii  $T_2$  blocați. Ultima celulă comandă, prin intermediul amplificatorului  $A_2$ , oprirea electrică a cronometrului. În acest fel, primul impuls intrat în numărător produce bascularea tuturor celulelor eliberindu-se releul cronometrului, care pornește. El este oprit de al  $N$ -lea impuls intrat, cînd ultima celulă basculează din nou în starea de zero ( $T_2$  blocat).

Celulele au fost proiectate să lucreze la variații ale tensiunii de alimentare de  $\pm 50\%$ , în domeniul de temperatură  $+5^\circ\text{C}$  la  $+50^\circ\text{C}$ .

### *Amplificatorul de intrare*

Trebuie să îndeplinească următoarele funcții :

- să transforme impulsul negativ de la detector, în impuls pozitiv, necesar acționării primei celule a numărătorului ;
- să standardizeze impulsul de ieșire pentru impulsuri de intrare variabile, în anumite limite, ca amplitudine și durată.

Pentru aceasta, impulsul negativ de intrare este limitat, aplicîndu-se apoi unui etaj inversor care, lucrînd la saturăție, standardizează impulsul pozitiv de la ieșire.

### *Realizarea practică*

Aparatul se prezintă sub forma unei cutii paralelipipedice cu dimensiunile  $400 \times 230 \times 170 \text{ mm}^3$ , în greutate de 7,5 kg.

Alimentarea se face de la două baterii tip R 61, de 1,5 v, 35 Ah fiecare, ceea ce-i asigură o autonomie de 250 ore (6 ore pe zi).

Radiometrul are următoarele posibilități de lucru :

- Număr prestabilit de pulsuri (comutator  $K_2$ )  
1024 sau 8192 pulsuri.
- Mod de lucru (comutator  $K_1$ )
  - cu detectorul inclus,
  - ca numărător,
  - cu detector exterior, alimentare 950 sau 400 v.

Ca detector exterior s-au folosit sonde pentru măsurători  $\gamma$  în găuri și sonde pentru măsurători subacvatice.



## RADIOMÈTRE COMPTEUR PORTABLE (Résumé)

Le radiomètre a été conçu pour mesurer les faibles champs de radiation de certaines formations géologiques d'intérêt.

L'appareil se compose d'un détecteur de radiations, alimenté par un convertisseur de haute tension, d'un amplificateur d'entrée et d'un compteur binaire qui commande un chronomètre.

Le temps affiché par le chronomètre représente le temps nécessaire pour l'accumulation d'un nombre préétabli d'impulsions.

Dans ce cas, l'écart relatif standard ne dépend pas de la vitesse de comptage, et il est inférieur à 1,5%.

L'alimentation de l'appareil assure une autonomie de 250 heures (six heures par jour).



## NOTĂ ASUPRA UNEI ANOMALII RADIOMETRICE ÎN ZONA ACVATORIALĂ DIN FAȚA GRINDULUI SărăTURILE<sup>1</sup>

ELISABETA BRĂTĂȘANU, EMIL GOHN, ION ISVOREANU<sup>2</sup>

### Abstract

A radiometrical anomaly in the Danube Fore-Delta. A radiometrical anomaly, whose maximum values exceed for 12 times the regional background, and which reflects the existence of some accumulations of heavy minerals, was pointed out.

Studiul radioactivității nisipurilor cu minerale grele, de pe grindul Sărăturile<sup>3</sup> (situat la N de localitatea Sf. Gheorghe-Deltă), a determinat continuarea cercetărilor în zona acvatorială din dreptul acestui grind.

S-a lucrat de pe un remorcher pescăresc utilizând o instalație de construcție proprie (fig. 1) care cuprinde :

a) o casetă etanșă cu 27 contoare G.M. cu halogeni tip G-19-H ( $\varnothing = 200$  mm ;  $\varnothing 19$  mm), sursă de înaltă tensiune de 390 V, stabilizată și cablu de 15 m.

b) un numărător de pulsuri tranzistorizat cu oprirea la număr fix de pulsuri a unui cronometru cu releu.

Fondul instalației determinat în apă, la 6—8 m adâncime, a fost de  $26,7 \pm 0,1$  p/s, iar semnalul util a variat, în stațiile măsurate, între 2,8 p/s și 20,3 p/s. Raportul semnal-zgomot defavorabil a impus timpi de măsurare de 10—20 minute, pentru a se putea menține abaterea sta-

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 25 februarie 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.

<sup>3</sup> E. G o h n , E l i s a b e t a B r ă t ă ș a n u , C l a r i s a P a p a c o s t e a , M a r i a N ă s t a s e . Radioactivitatea nisipurilor litorale din zona Sf. Gheorghe-Deltă în comparație cu rezultatele mineralogice și chimice. Același volum.



tistică standard în limitele 0,2—0,3 p/s. Reproductibilitățile înregistrate cu ocazia cîtorva repetări s-au păstrat în limitele abaterilor statistice standard, atestînd funcționarea stabilă a instalației.

Rezultatele măsurătorilor radiometrice, efectuate pe fundul mării, sunt prezentate în comparație cu harta de izorade obținută pe grindul

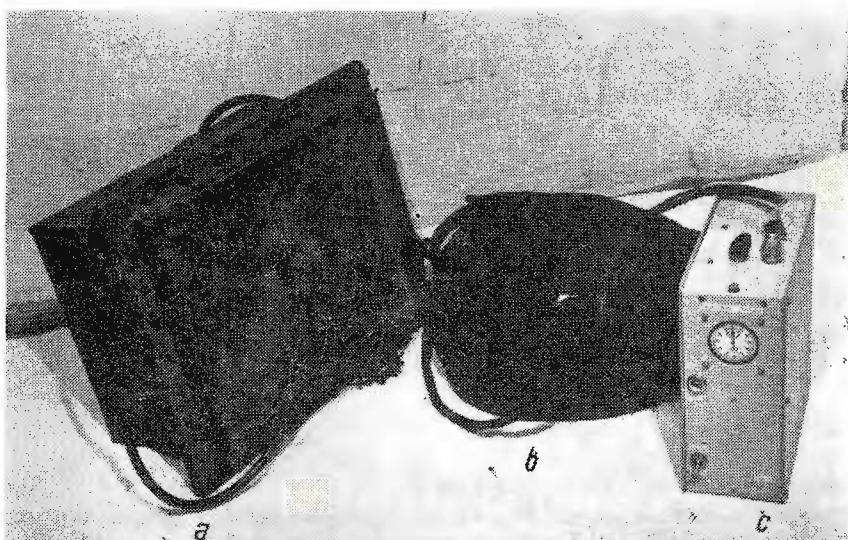


Fig. 1. — Instalațiile utilizate pentru măsurările radiometrice subacvatice :  
a) casetă etanșă ; b) cablu de legătură ; c) numărătorul de pulsuri.

Installation utilisée pour les mesurages radiométriques dans la mer : a) cassette étanche à compteurs ; b) câble électro-porteur ; c) échelle de comptage d'impulsions.

Sărăturile (fig. 2). După cum se vede în figura 2, zona din mare, cu anomalii radiometrice pozitive se dezvoltă la cca 1,5 km de țărm în dreptul maximului radiometric de pe plajă. Această zonă este confirmată și de analizele radiometrice efectuate pe probe din stratul superficial de nisip (fig. 3).

Pentru a putea compara aceste date, obținute cu metrologii diferite, s-au exprimat toate rezultatele sub forma de raport între activitatea gama ( $I_{\gamma}$ ) și fondul gama regional ( $I_0$ ).

Analizele chimice efectuate pentru cîteva probe din zona anomaliei radiometrice (fig. 3) indică existența unei corelații între activitatea gama și conținutul de titan (tabel).

Autorii consideră că radiometria submarină poate fi aplicată pentru conturarea unor eventuale concentrații de minerale grele de pe platforma continentală.

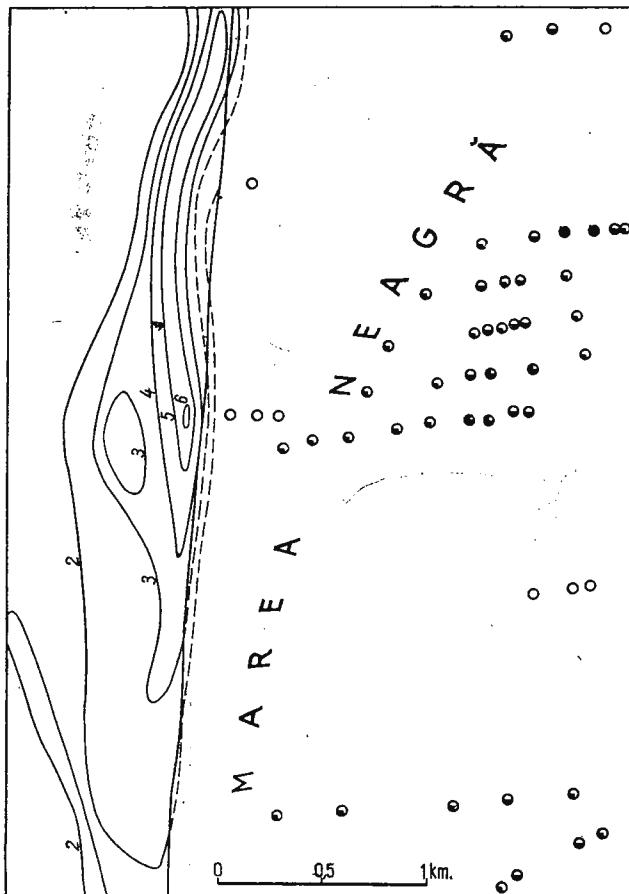


Fig. 2. — Contraste de radioactivitate determinate într-o zonă situată la nord de localitatea Sf. Gheorghe-Deltă. Măsurători „in situ“ pe ţărm și în mare.

$\bigcirc < 2.2 \leq \bullet < 4.4 \leq \blacksquare < 6.6 \leq \blacksquare < 8.8 \leq \blacksquare$

Contrastes de radioactivité déterminés dans une zone située au N de la localité de Sf. Gheorghe. Mesurages „in situ“ sur la plage et en mer.

$\bigcirc < 2.2 \leq \bullet < 4.4 \leq \blacksquare < 6.6 \leq \blacksquare < 8.8 \leq \blacksquare$

## TABEL

*Activitatea gama și conținutul de titan pentru probe de nisip din zona acvatorială*

Nr. probă	Activitatea gama $10^{-4}$ (% eU)	Ti %
1	54,9	1,81
2	42,2	1,62
3	33	1,36
4	29	1,23
5	22	0,838
6	15,7	0,898
7	14,3	0,592
8	7,5	0,502

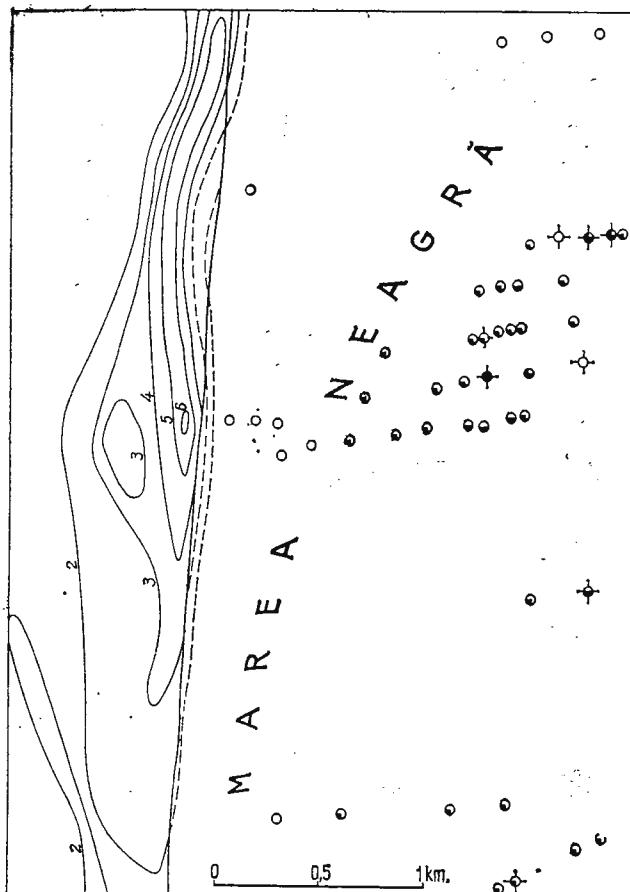


Fig. 3. — Contraste de radioactivitate determinate într-o zonă situată la nord de localitatea Sf. Gheorghe-Deltă. Măsurători „in situ“ pe ţărm; măsurători pe probe colectate din mare

○ < 2; 2 ≤ ○ < 4; 4 ≤ ●  
● < 6; 6 ≤ ○ < 8; 8 ≤ ●

○ probe pentru care s-au efectuat analize chimice de titan.

Contrastes de radioactivité déterminés dans une zone située au N de la localité de Sf. Gheorghe. Mesurages „in situ“ sur la plage; mesurages sur échantillons prélevés de la mer.

○ < 2; 2 ≤ ○ < 4; 4 ≤ ●  
● < 6; 6 ≤ ○ < 8; 8 ≤ ●

○ échantillons dont on a effectué des analyses chimiques de Ti.

## NOTE SUR UNE ANOMALIE RADIOMÉTRIQUE DÉPISTÉE EN L'AVANT-DELTA DU DANUBE

### (Résumé)

En face d'une anomalie radiométrique emplacée sur la plage, qui correspond aux concentrations en minéraux lourds, on a dépisté une anomalie semblable sur la plate-forme continentale.

La maximum d'intensité des radiations dépasse douze fois le fonds régional ; les analyses chimiques en cet endroit indiquent une concentration en Ti de 1,8%.

Les auteurs considèrent utile l'application de la méthode radiométrique pour découvrir les concentrations en minéraux lourds des sables de la plate-forme continentale.

### TABLEAU NUMÉRIQUE

#### Tableau

Activité gamma et teneur en titan des échantillons de sables prélevés de l'**Avant-Delta du Danube**.





Institutul Geologic al României

## REFERAT

### CONSIDERAȚII ASUPRA FACTORILOR CARE DETERMINĂ PRECIZIA SEISMOSONDAJULUI<sup>1</sup>

DE  
STEFAN PÂTRUT<sup>2</sup>

#### Abstract

Considerations on Factors Determining the Precision of Dip Shooting. This paper points out the importance of parameters which determine the accuracy of the dip shooting, and suggests several ways to improve it.

Metoda seismosondajului de reflexie se aplică în două cazuri: cind orizonturile reflectatoare au înclinații mari și variabile (ca mărime și azimut) în adâncime și cind condițiile de relief nu permit efectuarea corelării continue.

Ca mărime caracteristică, seismosondajul folosește gradientul de timp, care oferă posibilitatea obținerii de informații tridimensionale. Metodele de gradient au însă precizie mai scăzută, întrucât prelucrările matematice efectuate asupra materialului primar comportă riscul amplificării considerabile a erorilor inițiale.

Acest defect este în parte compensat de criteriul statistic, caracteristic metodei. Trebuie însă observat că tocmai în zonele în care se aplică seismosondajul, cantitatea de informații (care depinde atât de structura geologică de adâncime, cit și de condițiile de generare și recepționare a

<sup>1</sup> Susținută în ședința de comunicări științifice din 14 ianuarie 1969 a Institutului de geofizică aplicată.

<sup>2</sup> Institutul de geofizică aplicată. Str. Izvor nr. 78. București.



undelor) poate fi redusă. Pe de altă parte, un material bogat poate fi lipsit de substrat geologic, datorită intervenției unor unde perturbante (multiple, difracții și.a.), care la seismosondaj sunt practic imposibil de separat în prima fază a interpretării.

În aceste condiții, problema preciziei prelucrării capătă o importanță deosebită. Ea este determinată, în ultimă analiză, de trei elemente :

1. Corelarea impulsurilor pe baza cărora se calculează gradientul de timp.

2. Precizia calculării gradientului, care influențează îndeosebi azi-mutul și mărimea înclinării vectorului (Zavialov et al., 1957).

3. Gradul de cunoaștere a regimului de viteze seismice, care influențează practic numai mărimea înclinării și poziția vectorului (Zavialov et al., 1957).

Corelarea impulsurilor are o importanță hotărîtoare. Problema ce se pune este nu numai de a alege pe fiecare înregistrare impulsurile cele mai reprezentative, ci — mai ales — de a corela aceste impulsuri pe direcțiile seismosondajului. La dispozitivul în cruce, cel mai des folosit, există riscul corelării greșite (datorită interferențelor). Din acest punct de vedere sunt recomandabile dispozitivele poligonale închise, la care se poate realiza un control mult mai eficace al corelării ; se rezolvă astfel multe interferențe și, chiar dacă în final secțiunea este sărăcită în elemente reflectatoare, ea cîștigă în siguranță (Prospectiuni geofizice, 1965).

Precizia calculării gradientului depinde atât de factorii geologici (viteze, adîncimi, înclinări), cât și de geometria dispozitivului de înregistrare. La seismosondajele în cruce se calculează un gradient pe fiecare direcție, prin aproximarea elementară a diferenței a doi timpi ( $t_1, t_2$ ), raportată la distanța ( $2l$ ) dintre punctele respective :

$$\tau \cong \frac{t_1 - t_2}{2l} \quad (1)$$

Formula (1) transmite o eroare inițială ( $\epsilon_i$ ), estimată la 2—3 ms și provenită din : efectul reliefului (ce nu poate fi complet eliminat prin corecții), intervenția mixajului, erori de citire și.a. Eroarea finală de calcul al gradientului va fi :

$$\epsilon \simeq \frac{\epsilon_i}{l} \quad (2)$$

O cale de ridicare a preciziei este deci mărirea lungimii dispozitivului de înregistrare ; de ex., pentru valorile curente ale gradientului



(0,1—1,0 ms/m), o precizie de 10% implică o lungime ( $2l$ ) a dispozitivului de minimum 400 m, rezultat ce corespunde recomandărilor din literatură (Zavialov et al., 1957). Lungimea dispozitivului este însă limitată din considerente geologice; într-adevăr, în zonele cu structură complicată sînfazele lungi pot fi foarte interferate și deformate, iar gradienții calculați pe baza lor pot fi lipsiți de sens geologic.

Precizia gradientului mai poate fi ridicată luîndu-se în considerație în calcul mai mulți timpi (chiar toti) de pe înregistrare (Jakosky, 1960; Paicu et al., 1963). În esență, formulele de calcul sunt de tipul:

$$\tau \cong \sum_{K_1}^{K_2} P_i t_i \quad (3)$$

unde  $P_i$  sunt ponderi depinzînd de geometria dispozitivului de înregistrare. Pe baza teoriei celor mai mici pătrate se pot deduce formule mult mai complicate, dar cîștigul în precizie este neînsemnat în comparație cu creșterea volumului de calcule.

Eroarea de calcul al gradientului prin folosirea mai multor timpi este dată de formula:

$$\epsilon \cong \frac{\epsilon_i}{l\sqrt{n}} \quad (4)$$

unde  $2l$  este lungimea dispozitivului de înregistrare, iar  $n$  este numărul de perechi de valori de timp. Formula (4) este valabilă pentru orice fel de dispozitive (liniare sau poligonale), indiferent dacă gradientul se determină cu o formulă de tipul (3) sau printr-un procedeu grafic, cum este cazul dispozitivului în cerc<sup>3</sup>.

Regimul de viteze seismice are o importanță extrem de mare; în esență, procedeul seismosondajului are la bază tocmai diferența dintre viteza aparentă (inversul gradientului) și cea efectivă.

De multe ori, în condițiile în care se aplică seismosondajul, regimul vitezelor medii nu este cunoscut, sau este cunoscut într-un sector, care poate să nu fie reprezentativ pentru întreaga regiune de lucru (datorită variației litologiei). Încercările de a elimina apariția explicită a vitezei la calculul unui vector, determinînd-o pe baza sînfazelor respective, nu pot da decît rezultate cu totul nesigure. Într-adevăr, procedeele de calcul al vitezei efective nu sunt eficace decît sub aspect statistic (care în acest caz lipsește).

<sup>3</sup> În acest caz  $l$  este raza cercului.

Problema vitezei se pune cu deosebită acuitate la seismosondajul spațial, la care raza seismică are parcurs înclinat și în general complicat. În acest caz nu mai poate fi folosită viteză medie (pe verticală), ci cea efectivă. Aceasta variază însă cu distanța de la punctul de explozie care poate lua diferite valori. Este de aceea recomandabil ca seismosondajele spațiale să se execute la una sau mai multe distanțe fixe (sau, cel puțin variind între limite strînse); devine astfel posibil să se construiască cîte o curbă a vitezei efective pentru fiecare distanță sursă-inregistrare.

### BIBLIOGRAFIE

- Jakosky J. J. (1960) Exploration Geophysics. II-nd Ed., Los Angeles.  
 Paicu D., Constantinescu P. (1963) Contribuții la prelucrarea datelor prospecțiunii seismică în condiții morfologice complicate. *Probl. Geofiz.*, 2, București.  
 Zavialov V. D., Stolearova E. N. (1957) Metodika massovih seismicheskikh zondirovaniy. *Prikl. Gheofiz.*, 17, Moskva.  
 \* \* \* (1965) Prospectiuni geofizice. 2. Ed. Tehn., București.

### CONSIDÉRATIONS SUR LES PARAMÈTRES QUI DÉTERMINENT LA PRÉCISION DU SONDAGE SÉISMIQUE

(Résumé)

On analyse l'influence des paramètres du sondage séismique et les moyens pour les contrôler afin d'améliorer la précision des résultats.

On rappelle les avantages des dispositifs d'enregistrement poligonaux fermés, qui offrent une presque certitude dans la corrélation des ondes.

La formule déduite pour l'erreur du calcul du gradient,  $\frac{\epsilon_i}{l\sqrt{n}}$  ( $\epsilon_i$  étant l'erreur initiale de temps), suggère les moyens pour en éléver la précision : augmenter la longueur des dispositifs ( $2l$ ) et utiliser dans le calcul un grand nombre ( $2n$ ) des valeurs de temps.

On montre également que dans le cas du sondage excentrique on ne doit pas utiliser une courbe de la vitesse moyenne (verticale), mais des courbes de la vitesse effective correspondantes aux différentes distances du point de tir aux dispositifs d'enregistrement.



**Redactor: MARGARETA PELTZ**  
**Tehnoredactori și corectori : ELEONORA SPĂNOCHE, LIVIA**  
**DIACONU**  
**Ilustrația: V. NIȚU**

---

*Dat la cules: ianuarie 1972. Bun de tipar: martie 1972. Tiraj;  
900 ex. Hirtie scris I A. Format 70×100/56. Coli de tipar : 12.  
Comanda 11. Pentru biblioteci indicele de clasificare 55(058)*

---

Intreprinderea poligrafică „Informația” Str. Brezoianu  
nr. 23–25, București, România



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

**Responsabilitatea asupra conținutului articolelor revine  
în exclusivitate autorilor**



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României